

Universidad de Chile

Facultades de Ciencias Económicas y Administrativas

Escuela de Economía y Administración

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD ECONÓMICA
PARA LA RENTABILIZACIÓN
DE LA FUENTE DE AGUA CHUSMIZA**

Seminario para optar al título de Ingeniero Comercial
Mención Administración

Profesor Guía: Reinaldo Sapag Chain

Integrantes:

Pablo Nicolaides Bussenius
Lino Martínez Miralles

Santiago de Chile
2005

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN 10

I ANTECEDENTES GENERALES 12

1.1 INTRODUCCIÓN: 12

1.2 EL PROBLEMA 13

1.3 EL PROYECTO 14

1.4 OBJETIVO GENERAL 16

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 16

1.6 METODOLOGÍA 20

II ANÁLISIS LEGAL Y SITUACIÓN ACTUAL DE AGUA MINERAL CHUSMIZA.
23

2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE AGUA MINERAL CHUSMIZA 24

2.1.1 Descripción Societaria Inversiones Álvaro Paz S.A. 24

2.1.2 Pleito con Comunidad Indígena Aymara de Chusmiza Usmagama 25

2.2 INSCRIPCIÓN DE DERECHOS DE AGUA SUBTERRÁNEA 26

2.3 LEYES MEDIOAMBIENTALES 26

III EL MERCADO 28

3.1 MERCADO DE POTENCIALES CLIENTES 28

3.1.1 Antecedentes generales 28

3.1.2 Etapas del proceso productivo 30

3.1.2.1 Concentración: De la roca al mineral de cobre	30
Etapa 1: Chancado	30
Etapa 2: Molienda	31
Etapa 3: Flotación	31
3.1.3 Minas Potenciales	32
3.1.4 Consumo de agua en la industria minera	34
3.1.5 Abastecimiento de agua Minera Cerro Colorado	35
3.1.6 Precio	35
3.3 ESTRATEGIA COMERCIAL	36
3.3.1 Mix Comercial:	36
3.3.1.1 Producto	36
3.3.1.2 Distribución	36
3.3.1.3 Promoción:	37
3.3.1.4 Precio	37
3.4 ANÁLISIS FODA	38
3.4.1 Oportunidades	38
3.4.2 Amenazas	39
3.4.3 Debilidades	40
3.4.4 Fortalezas	41
IV ANÁLISIS ORGANIZACIONAL	44
4.1 EXTERNALIZACIONES:	45

4.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	46
4.2.1 Organigrama	46
4.3 CARGOS Y RESPONSABILIDADES	47
4.3.1 Directores	47
4.3.2 Gerente General	48
4.3.4 Encargados de Turno	49
V ESTUDIO TÉCNICO	51
5.1 SUPUESTOS	51
5.2 PROCESO	52
5.2.1 MAPA LOCALIZACIÓN CHUSMIZA - MINERA CERRO COLORADO	53
5.3 Proveedores de Equipamiento	54
5.3.1 Mercado de tuberías y accesorios	54
5.3.1.1 Proveedores de Tubería en Acero Negro y Galvanizado	55
5.3.1.1.1 Tablas comparativas de precios tubería	57
5.3.1.2 Proveedores de tubería de polietileno	58
5.3.1.2.1 Tablas comparativas de precios tubería	59
5.3.2 Otros equipamientos e insumos	61
5.3.2.1 Bombas de pozo profundo:	61
5.3.2.2 Válvulas de descompresión	62
5.3.2.3 Energía eléctrica	62
5.3.2.4 Petróleo	62

5.3.2.5 Empresas contratistas para la instalación de la tubería	62
5.3.2.6 Estudios hidrogeológicos	63
5.3.2.7 Estudios topográficos	63
5.3.2.8 Equipo de radio	63
5.3.2.9 Camioneta cabina simple	63
5.4 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS:	64
5.4.1 Tubería	64
5.4.1.1 Tuberías en acero	64
5.5 CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS	81
5.1.1 Presupuesto de caja alternativa polietileno HDPE	84
5.7 VALORIZACIÓN ECONÓMICA DEL ESTUDIO TÉCNICO	87
Cantidad	87
VI ESTUDIOS FINANCIEROS	91
6.1 CALENDARIO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO	91
6.1.1 Inversión en capital de trabajo	92
6.1.1.1 Disminución del capital de trabajo	93
6.2 COSTO DE CAPITAL	94
6.2.1 Cálculo del Beta	94
6.2.1.1 Modelo índice o de mercado	95
6.2.1.2 Metodología	96
6.3 ESTIMACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO	98

6.3.1 CAPM (Ro y Rs)	98
6.3.1.1 Supuestos del modelo CAPM	98
6.3.1.2 Estimación del Ro (CAPM)	100
6.5 VALOR DESECHO DEL PROYECTO	105
6.6 HORIZONTE DE LA EVALUACIÓN	106
6.7 CONSTRUCCIÓN DEL FLUJO DE CAJA	106
6.7.1 Parámetros base	106
6.7.1.1 Precio del agua	106
6.7.1.2 Tipo de moneda para el contrato	107
6.7.1.3 Cantidad de agua vendida	107
6.7.2 Indicadores económicos	107
6.1.2.1 Flujo de caja	108
6.7.2.2 Resultados VAN y TIR	111
6.8 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	111
6.8.1 Análisis unidimensional	111
6.8.1.1 Sensibilidad variable crítica precio del metro cúbico de agua	112
6.8.1.2 Sensibilidad variable crítica paridad Dólar - Peso	112
6.8.1.3 Sensibilidad variable crítica cantidad vendida	113
6.8.2 Análisis de sensibilidad bidimensional	114
6.7.2.1 Precio m ³ agua - cantidad de litros por segundo	114
6.8.3 Análisis de sensibilidad multidimensional	118

6.8.3.1	Análisis de sensibilidad tridimensional Precio - Cantidad - Largo tubería	118
VII	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	121
7.1	CONCLUSIONES	121
7.2	RECOMENDACIONES	122
7.2.1	Alumbramiento de agua	122
7.2.2	Resolución D.G.A.	122
7.2.3	Estudio topográfico	122
VIII	BIBLIOGRAFÍA	123
IX	ANEXOS	125
9.1	ASPECTOS LEGALES	125
9.1.1	Derechos de Agua que actualmente posee Agua Mineral Chusmiza	125
9.1.2	Recursos aguas abajo de la vertiente chusmiza	128
9.2	ASPECTOS CONTABLES	130
9.2.1	Detalle depreciaciones y amortizaciones	130
9.2.2	Detalle cuotas de depreciación	131
9.2.3	Detalle cuotas de amortización de intangibles	132
9.2.4	Detalle gastos puesta en marcha	132
9.2.5	Detalle costos hundidos	133
9.2.6	Detalle gastos operacionales	134
9.2.7	Detalle recuperación del IVA crédito en M\$	135
9.2.8	Detalle reinversión en equipamiento	136

9.2.9 Detalle capital de trabajo 137

9.3 ASPECTOS TÉCNICOS 138

9.3.1 Ficha técnica tubería de polietileno HDPE 138

RESUMEN

El presente trabajo, tiene por objetivo evaluar la viabilidad económica a nivel de prefactibilidad, de realizar un proyecto consistente en construir un acueducto que una la vertiente de agua mineral Chusmiza con alguna empresa que se ubique en el sector y que requiera comprar agua para sus procesos. Además, este proyecto deberá contemplar un pozo del cual se bombearán 10 litros adicionales a los 5 litros superficiales ya existentes y una organización que permita el normal funcionamiento de las instalaciones requeridas para así garantizar el normal abastecimiento del recurso.

La metodología empleada para esta evaluación, a sido principalmente reunir información primaria por parte de expertos en la materia y secundaria de diferentes fuentes, con las cuales se pudo establecer la tecnología requerida y la estructura organizacional más apropiada. Posteriormente, se procedió a realizar la evaluación propiamente tal, empleando las herramientas aprendidas durante el transcurso de la carrera de Ingeniería Comercial como ser el VAN, la TIR, CAPM, VAC, sensibilizaciones de variables críticas, entre otras.

Los resultados obtenidos señalan que el proyecto es rentable a nivel de prefactibilidad, no obstante, debe tenerse en consideración que para la evaluación se emplearon una serie de supuestos que si se rompen, podrían poner en peligro la viabilidad del proyecto.

Es por este motivo que se recomienda efectuar una nueva evaluación económica a nivel de factibilidad, poniendo especial énfasis, en las variables críticas y en los supuestos claves.

I ANTECEDENTES GENERALES

1.1 INTRODUCCIÓN:

Como es sabido, Chile posee el desierto más seco del mundo. En efecto, el desierto de Atacama, ubicado en la zona Norte de nuestro país no es el más grande, pero sí el más árido de nuestro planeta.

Desde épocas remotas, la escasez de agua, es un problema con el cual sus habitantes han debido lidiar por siglos.

El norte de Chile tiene por actividad principal la gran minería y en particular la extracción de cobre, donde Chile está situado como el mayor productor del mundo.

Adicionalmente este último año, el cobre ha alcanzado valores record jamás vistos en la historia de la minería, al punto que la tonelada de cobre se tranza actualmente a más del doble de su valor histórico de las últimas décadas.

Lo anterior hace aún más rentable los proyectos mineros, motivo por el cual muchas empresas del rubro están ampliando su capacidad para aprovechar esta oportunidad que le ofrece el mercado. Lamentablemente, existe una gran limitante para estos proyectos: El agua.

El agua es un insumo imprescindible en la extracción del cobre, pues esta se emplea en varias etapas de su proceso y los volúmenes necesarios para ello, superan con creces lo que los habitantes del sector podrían requerir. Lo anterior, ha acentuado la escasez del agua a un punto crítico, motivo por el cual hoy en día esto se ha transformando en un obstáculo para el desarrollo de la minería en dicha zona.

Por otro lado, Agua Mineral Chusmiza, empresa ubicada a 80 Km de Iquique, posee desde hace más de treinta años los derechos de agua correspondientes a una vertiente ubicada dentro de su propiedad llamada por el mismo nombre.

Esto, la ubica en una zona muy estratégica pues como mencionamos anteriormente, la escasez de agua en dicha zona abunda y por ende el poseer este tan preciado bien, le da unaDe acuerdo a lo anterior, el propósito de este estudio, será explotar la oportunidad que se le presenta a Agua Mineral Chusmiza, dado que cuenta con un bien escaso y muy apetecido por un mercado que se encuentra en la misma zona.

1.2 EL PROBLEMA se encuentra en la misma zona.

1.2 EL PROBLEMA

Nuestro país enfrenta dificultades importantes de escasez de agua en la región más seca del mundo; el norte de Chile. En efecto, en la actualidad existen numerosos lugares del norte donde la demanda de agua es superior a la oferta, lo que crea grandes dificultades para la obtención del recurso a precios que reflejan su escasez.

Por otro lado, la industria minera en general y en particular la minería del cobre, se ha convertido en un importante demandante de agua, demanda que está correlacionada positivamente con el aumento que ha experimentado la producción de cobre en las últimas décadas y en especial en los últimos años.

El agua es utilizada por las mineras de cobre en grandes cantidades para sus procesos, por lo que su importante participación relativa de consumo respecto al total disponible, ha sido un factor determinante para que las reservas de agua dulce en el norte de Chile, se hayan visto cada vez más disminuidas. Dado lo anterior, los nuevos proyectos mineros han debido explorar nuevas fuentes de agua, muchas veces a un costo considerable, a diferencia de las explotaciones mineras antiguas, que se desenvolvían desde sus inicios en un contexto de disponibilidad de agua. Sin embargo, en muchos casos estas últimas han visto aumentado su consumo de agua debido al empobrecimiento de la ley de los minerales. Por lo anterior, la industria de la minería ha estado orientada a obtener nuevas fuentes de agua y a ahorrar agua en los procesos de extracción, lo que incluye no sólo reducir el consumo de agua por unidad de cobre

producida, sino que en muchos casos, la utilización del agua de descarte en otras actividades.

En este contexto, Minera Cerro Colorado, Minera Las Cascadas, Minera Doña Inés de Collahuasi, Minera Haldemann, Minera Quebrada Blanca son las empresas con mayor potencial de mercado para Chusmiza, no sólo debido a que sus yacimientos se encuentran ubicados a un radio no mayor de doscientos kilómetros de la fuente de Agua Mineral Chusmiza, sino porque fundamentalmente, necesitan aumentar su abastecimiento de agua para dar a la compañía la posibilidad de seguir incrementando el ritmo promedio de extracción de mineral. Debido a lo anterior, estos yacimientos se encuentran atentos a estudiar las distintas alternativas de abastecimiento que se le presenten. Otra posibilidad sería abastecer a la Empresa Sanitaria de Tarapacá que provee de agua a la localidad de Pozo Almonte, la cual dada la altitud a la que se encuentra, se sabe que tiene un alto costo por metro cúbico pues debe bombear el agua desde cotas más bajas con el costo energético que esto representa.

1.3 EL PROYECTO

Agua mineral Chusmiza dispone actualmente de 5,21 litros por segundos de derechos de agua consuntivo¹s y 5,37 de derechos de agua no consuntivos². Para efectos del proyecto, sólo podrían ser empleados los 5,21 litros por segundo consuntivos en los procesos productivos de la gran minería. De acuerdo a opinión de expertos en aguas subterráneas que visitaron especialmente el sector, se podría aumentar dicha capacidad de la fuente a quince litros por segundo, para lo cual será necesario construir un pozo para tener acceso a diez litros adicionales por segundo de aguas subterráneas que se encuentran bajo la misma fuente ubicada en sus terrenos. No obstante, para ello se necesita que se le concedan los respectivos derechos por estos últimos, pues sólo cuenta con los derechos superficiales correspondiente a los 5.21 litros por segundo.

¹ Derechos consuntivos: El agua empleada no debe ser devuelta después de ser utilizada.

² Derechos no consuntivos: El agua empleada debe ser devuelta agua abajo después de ser utilizada.

De esta manera, Agua Mineral Chusmiza contaría con un total de quince litros por segundo, lo que abre la posibilidad de comercializar el agua a explotaciones mineras ubicadas en el sector. Considerando lo anterior, este estudio tiene como finalidad evaluar la viabilidad económica a nivel de prefactibilidad, de invertir en el equipamiento necesario para la extracción de estas aguas hasta la superficie y la posterior conducción, por medio de una tubería, a industrias mineras que se ubiquen dentro de un radio razonable que haga viable el proyecto.

También será necesario estudiar todos los elementos que permitan que este proyecto sea realizable, no sólo desde un punto de vista económico financiero, sino también desde el punto de vista técnico, legal, operacional y comercial.

Desde el punto de vista de la estrategia de negocio, en principio, se está abierto a todas las posibilidades, en el sentido de que las instalaciones necesarias podrían ser adquiridas por la industria minera que compre el agua, por Agua Mineral Chusmiza o, eventualmente, por un tercero que participe en el proyecto sólo como inversionista y responsable de la distribución del agua desde la fuente de origen hasta el consumidor final. Sin embargo, para efectos de la evaluación económica del proyecto, se asumirá que Agua Mineral Chusmiza, será quien efectúe las inversiones necesarias para la realización del proyecto.

Este proyecto además deberá contemplar los siguientes elementos: Los servicios inherentes a la venta del agua, el modelo de negocio más apropiado a la realidad y dilucidar cuales son las empresas que reúnen las condiciones para que técnica y comercialmente puedan ser potenciales clientes.

1.4 OBJETIVO GENERAL

El propósito general de este estudio, consiste en determinar la viabilidad económica a nivel de prefactibilidad, de instalar un sistema de distribución de agua desde la fuente “Chusmiza” hasta el punto de utilización de la empresa minera o eventualmente de la Empresa Sanitaria de Tarapacá. Para ello, se deberá recolectar información técnica, legal y financiera que permita analizar la real posibilidad de que este proyecto se lleve a cabo con éxito para ambas partes. Finalmente se podrá determinar la rentabilidad esperada de explotar los derechos de agua que la compañía posee, de modo que la empresa pueda considerar esta alternativa frente a otros posibles usos de su principal activo.

1.5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para lograr el propósito anterior, el estudio debe alcanzar los siguientes objetivos específicos:

Conocer y diagnosticar el consumo de agua de las mineras:

En esta etapa, se intentará establecer el consumo que tienen las mineras en sus procesos productivos y en particular, el consumo de Minera Cerro Colorado puesto que es el mejor candidato para este proyecto dada su ubicación geográfica y por la imperiosa necesidad de aumentar su abastecimiento de agua resultado del aumento de la producción que ésta ha experimentado.

Crecimiento de la demanda de agua:

Se intentará también estimar el crecimiento de esta demanda para los próximos años, pues esto permitirá conocer la evolución que deberían seguir los precios del agua en el futuro.

Dado que esta información es muy difícil de obtener, al menos se hará una estimación de acuerdo a los patrones de consumo por tonelada de cobre producido.

Dimensionar el mercado potencial del proyecto:

A través de un sondeo, se establecerá cuales son las mineras potenciales para ofrecerles una alternativa de abastecimiento técnica y económicamente viable y determinar si tienen real necesidad de incrementar su abastecimiento de agua.

Identificar técnicamente, que empresas mineras del sector pueden ser abastecidas por la compañía:

En esta etapa se intentará dimensionar cuántas de las empresas que forman parte del mercado potencial, son realmente factibles de ser abastecidas por Agua Mineral Chusmiza. No hay que olvidar que la distancia y topografía son claves en el aspecto técnico y comercial del proyecto.

Identificar y analizar las distintas alternativas tecnológicas, a través de las cuales, se puede llevar el agua desde Chusmiza hasta el cliente final.

En esta etapa se analizarán las principales alternativas tecnológicas que permitan llevar el agua desde Agua Mineral Chusmiza hasta el consumidor final, sin dejar de considerar que para que estas alternativas sean válidas, deben ser tanto económica como técnicamente viables.

Determinar la factibilidad legal de obtener derechos de agua subterráneas para así aumentar el caudal a ofrecer.

Como se ha mencionado anteriormente, el proyecto se sustenta en la posibilidad de aumentar el caudal actualmente disponible, efectuando un pozo profundo del cual se obtendrían diez litros por segundo. Sin embargo, los derechos de agua se dividen en superficiales y subterráneos, motivo por el cual se deberá indagar sobre la real posibilidad de que se le otorguen a Agua Mineral Chusmiza nuevos derechos de carácter subterráneo por los diez litros que se espera alumbrar con el estudio hidrogeológico.

Determinar la factibilidad técnica y económica de extraer agua subterránea.

Dado que se pretende aumentar la capacidad de la vertiente Chusmiza extrayendo agua subterránea, se deberá analizar la real factibilidad técnica de llevarlo a cabo. Para ello, será indispensable encontrar todas las respuestas técnicas que permitan realizar lo anterior.

Determinar una estructura organizacional idónea para el modelo de negocio que se pretende seguir.

Si bien es cierto que el negocio es relativamente simple en lo que se refiere a operación, se deberá procurar que el suministro de agua esté siempre asegurado. Para ello, habrá que crear una estructura y organización, acorde al modelo de negocio elegido, que permita garantizar el constante abastecimiento. El problema mayor, será sin duda, la mantención del acueducto y todas sus partes así como también de la bomba ubicada en el pozo.

1.6 METODOLOGÍA

La metodología a utilizar será en una primera etapa, reunir información primaria. Para ello, se efectuarán reuniones con expertos en la materia para así poder estimar todos los elementos a considerar tanto en lo técnico, como legal y económico, tales como:

- Estimación por gente idónea en el tema respecto a la posibilidad de aumentar la capacidad de la fuente efectuando un pozo.
- Estimación, por gente del rubro, del valor actual del agua en la zona de interés para este estudio.
- Estimación de acuerdo a la capacidad productiva de los clientes potenciales de su consumo anual de agua.
- Estimación por expertos del diámetro de tubería apropiado para trasladar el agua por aducción de acuerdo a la topografía del lugar.
- Características del pozo y la bomba al igual que todos los detalles técnicos para la confección del pozo de acuerdo a expertos.
- Elementos legales a considerar en virtud del Código de Aguas y de la situación actual de los derechos de agua que posee Agua Mineral Chusmiza. Esta información se obtuvo gracias a la asesoría de un abogado especializado en derechos de agua.
- Cartas topográficas del lugar que permitieron determinar el trazado del acueducto.
- Estimación de los costos de soldadura o termofusión de la tubería y su montaje.
- Información obtenida por intermedio de terceros respecto al incremento en la demanda de agua por parte de los clientes potenciales.
- Mapa con la ubicación geográfica de Agua Mineral Chusmiza y las mineras que se ubican en el sector.

Una vez reunida la información sobre el equipamiento, se analizará tanto técnica como económicamente con el objeto de poder decidir, cual es la alternativa más apropiada.

II ANÁLISIS LEGAL Y SITUACIÓN ACTUAL DE AGUA MINERAL CHUSMIZA.

2.1 SITUACIÓN ACTUAL DE AGUA MINERAL CHUSMIZA

2.1.1 Descripción Societaria Inversiones Álvaro Paz S.A.

Inversiones Álvaro Paz S.A. está compuesta por tres socios cuya participación accionaria se encuentra dividida en un 51% para Inversiones Isabel de Zárate S.A., un 27% de Inversiones y Proyectos de Desarrollo S.A. y 22% pertenecientes a Patricia y Cecilia Papic Domínguez.

Inversiones Álvaro Paz S.A. tiene el 97% de las acciones de Agua Mineral Chusmiza S.A.I.C. y el 99% de Embotelladora Tarapacá S.A.

Agua Mineral Chusmiza S.A. es propietaria del 100% de los derechos de agua correspondientes a 10,58 litros por segundo, de los cuales 5,37 son consuntivos y 5,21 son no consuntivos, de la Vertiente Termal denominada Chusmiza, ubicada en la comuna de Huara provincia de Iquique, I Región y de dos terrenos ubicados en la localidad del mismo nombre: Lote A, un predio de 2,54 hectáreas dedicado a Turismo y Hostería y Lote B, de 6.500 m² en donde se encuentra ubicada la planta industrial de embotellado.

Estos terrenos fueron adquiridos con fecha 30 de diciembre de 1970 y el título se encuentra inscrito a fs.33 vta. N°28, del Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces de Pozo Almonte.

La empresa por años explotó su recurso hídrico envasándolo y comercializándolo como agua mineral termal, logrando con el tiempo posicionar su marca “Chusmiza”. Sin embargo, este negocio fue perdiendo participación de mercado al verse enfrentado a las grandes empresas con las que competía como Agua Mineral Vital y Agua Mineral Cachantún, quienes no sólo disponen de un respaldo financiero mayor, sino que fundamentalmente disponen de mejores relaciones con los canales de distribución y

fuertes economías de escala en sus procesos, logrando márgenes bastante más atractivos que Chusmiza. Lo anterior motivó a los accionistas de la empresa a parar sus actividades de envasado tradicional el año 2003 motivo por el cual actualmente está buscando la mejor alternativa de uso para este valioso recurso.

2.1.2 Pleito con Comunidad Indígena Aymara de Chusmiza Usmagama

Agua Mineral Chusmiza ha sido objeto de una serie de juicios y recursos de protección instigados por la comunidad indígena Chusmiza Usmagama, con el objeto de privar a Agua Mineral Chusmiza de sus principales activos que son los derechos de agua de los cuales es propietaria hace más de cincuenta años, y el predio dentro del cual se encuentra ubicada la vertiente Chusmiza, el que fue adquirido el año 1978 al Fisco de Chile y hasta la fecha se pagan contribuciones de bienes raíces.

Tanto los inmuebles indicados como los derechos de agua que es propietaria Agua Mineral Chusmiza, se encuentran debidamente inscritos en los Registros de Propiedad y de Propiedad de Aguas de Conservador de Bienes Raíces competente, siendo en consecuencia, poseedora inscrita de esos derechos.

Ante lo anterior, Agua Mineral Chusmiza, exigirá que se respeten sus derechos, en especial sus terrenos y derechos de agua, legítimamente adquiridos, los que se encuentran amparados por el Código Civil, el Código de Aguas y por La Constitución Política de la República, en su artículo 19 n° 24.

Sin perjuicio de lo anterior y con el objeto de demostrar el ánimo constructivo, Agua Mineral Chusmiza propone a la comunidad Indígena la siguiente fórmula para poner término a los juicios y recursos de protección que actualmente se tramitan en los tribunales.

Agua Mineral Chusmiza no se opondría a una nueva solicitud de derechos de agua por parte de la Comunidad Indígena Chusmiza Usmagama para un caudal de 2,072 lt/seg, a extraerse desde las confluencias de las quebradas de Chapire y Huarzáza, es decir, aguas abajo del punto de restitución de las aguas que Agua Mineral Chusmiza aprovecha de su vertiente del mismo nombre.

Cabe mencionar que la Corte de Apelaciones falló por unanimidad a favor de Agua Mineral Chusmiza y se espera lo mismo por parte de La Corte Suprema pues, como se ha señalado anteriormente, Agua Mineral Chusmiza desde sus inicios adquirió sus terrenos y derechos de agua de acuerdo a la legislación Chilena, motivo por el cual no se le pueden ahora negar sus derechos de propiedad sobre éstos.

2.2 INSCRIPCIÓN DE DERECHOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

De acuerdo a conversaciones sostenidas con personal de la Dirección General de Aguas, no hay impedimento a priori para que Agua Mineral Chusmiza solicite los derechos correspondientes a las aguas subterráneas que se espera alumbrar. Sin embargo, lo anterior queda sujeto a la capacidad de la fuente de acuerdo a análisis que deberá efectuar la D.G.A. una vez que se ingrese la solicitud.

2.3 LEYES MEDIOAMBIENTALES

Debido a la naturaleza del proyecto en estudio, no se presentan conflictos medioambientales importantes que puedan poner en riesgo la viabilidad del proyecto,

sin embargo, será necesario informarse al respecto pues puede requerirse de un estudio de impacto ambiental. En el presente trabajo no se investigó más a fondo al respecto.

III EL MERCADO

3.1 MERCADO DE POTENCIALES CLIENTES

3.1.1 Antecedentes generales

El agua es un bien que tiene múltiples usos. Los mercados más importantes que se pueden mencionar son el del consumo humano, la agricultura, las empresas sanitarias, centros termales y la minería.

El mercado del consumo humano es un terreno ya conocido para Agua Mineral Chusmiza y que debido a las razones señaladas previamente no prosperó. La competencia de grandes empresas como Agua Mineral Vital y otras, hacen que este negocio sea extremadamente competitivo y de muy difícil penetración. Se suma a lo anterior que dado el volumen que ellas mueven en el mercado, tienen un sistema de distribución y una logística que actúa como verdadera barrera de entrada para pequeños productores como sería el caso de Agua Mineral Chusmiza.

El mercado de la agricultura por su parte, tampoco es muy atractivo, pues en la zona en la cual se ubica Agua Mineral Chusmiza, sólo hay pequeñas plantaciones de indígenas para el consumo de su propio grupo humano. Esto hace, que no exista mayormente un verdadero mercado para este giro, pues no hay verdaderas explotaciones agrícolas que justifiquen un pago atractivo por este recurso.

En lo que respecta al mercado de las sanitarias, existe la alternativa de abastecer a la empresa sanitaria de Pozo Almonte. Esta alternativa parece ser también muy atractiva pues uno de los grandes problemas que tiene Pozo Almonte para abastecerse de agua para su población, es la altitud a la cual se encuentra. En la localidad de Pozo Almonte no hay agua, esto obliga a la empresa sanitaria a traerla desde mucho más abajo por bombeo con los costos correspondientes a este proceso.

El uso del agua mineral para centros termales parece ser una buena alternativa, pues se sabe que el Agua Mineral de la vertiente Chusmiza tiene grandes propiedades curativas y beneficiosas para la salud. Sin embargo, esta alternativa no es excluyente del proyecto en cuestión, pues la misma agua utilizada en los baños termales como flujo, puede ser distribuida a las mineras. No obstante, esta alternativa constituye un proyecto completamente independiente que no es parte de este estudio

La industria minera, se presenta como un mercado muy atractivo, pues dado el alto precio del cobre que se vive actualmente y los enormes consumos de agua que se requieren para la producción, hacen que exista una real necesidad por este bien. En efecto, las empresas mineras han debido destinar cada vez más recursos a la obtención del agua, imprescindible para su desarrollo. Se ha podido constatar que el costo del metro cúbico del agua para Minera Escondida en la II Región supera los 2 US\$ por metro cúbico y están incluso, estudiando la construcción de una planta desalinizadora en el sector Coloso, al sur de Antofagasta para desde allí bombear el agua hasta la mina ubicada a gran distancia de la planta.

Para comprender mejor porqué estas empresas requieren de volúmenes tan altos de agua, a continuación se entrega una breve descripción de las etapas del proceso productivo y los puntos en los cuales emplean el agua.

3.1.2 Etapas del proceso productivo

3.1.2.1 Concentración: De la roca al mineral de cobre

El objetivo del proceso de concentración es liberar y concentrar las partículas de cobre que se encuentran en forma de sulfuros en las rocas mineralizadas, de manera que pueda continuar a otras etapas del proceso productivo. Generalmente, este proceso se realiza en grandes instalaciones ubicadas en la superficie, formando lo que se conoce como planta, y que se ubican lo más cerca posible de la mina. El proceso de concentración se divide en las siguientes fases:

1. 1) Chancado
2. 2) Molienda
3. **3) Flotación**

Etapa 1: Chancado

El mineral proveniente de la mina presenta una granulometría variada, desde partículas de menos de 1 mm hasta fragmentos mayores que 1 m de diámetro, por lo

que el objetivo del chancado es reducir el tamaño de los fragmentos mayores hasta obtener un tamaño uniforme máximo de ½ pulgada (1,27 cm).

Para lograr el tamaño deseado de ½ pulgada, en el proceso del chancado se utiliza la combinación de tres equipos en línea que van reduciendo el tamaño de los fragmentos en etapas.

Etapa 2: Molienda

Mediante la molienda, se continúa reduciendo el tamaño de las partículas que componen el mineral, para obtener una granulometría máxima de 180 micrones (0,18 mm), la que permite finalmente la liberación de la mayor parte de los minerales de cobre en forma de partículas individuales.

El proceso de la molienda se realiza utilizando grandes equipos giratorios o molinos de forma cilíndrica, en dos formas diferentes: molienda convencional o molienda SAG. En esta etapa, al material mineralizado se le agrega agua en cantidades suficientes para formar un fluido lechoso y los reactivos necesarios para realizar el proceso siguiente que es la flotación.

Etapa 3: Flotación

La flotación es un proceso físico químico que permite la separación de los minerales sulfurados de cobre y otros elementos como el molibdeno, del resto de los minerales que componen la mayor parte de la roca original.

La pulpa proveniente de la molienda, que tiene ya incorporados los reactivos necesarios para la flotación, se introduce en unos receptáculos como piscinas, llamados celdas de flotación. Desde el fondo de las celdas, se hace burbujear aire y se mantiene la mezcla en constante agitación para que el proceso sea intensivo. Las burbujas arrastran consigo los minerales sulfurados hacia la superficie, donde rebasan por el borde de la celda hacia canaletas que las conducen hacia estanques especiales, desde donde esta pulpa es enviada a la siguiente etapa. El proceso es reiterado en varios ciclos, de manera que cada ciclo va produciendo un producto cada vez más concentrado. Luego de varios ciclos en que las burbujas rebasan el borde de las celdas, se obtiene el concentrado, en el

cual el contenido de cobre ha sido aumentado desde valores del orden del 1% (originales en la roca) a un valor de hasta 31% de cobre total. El concentrado final es secado mediante filtros y llevado al proceso de fundición.

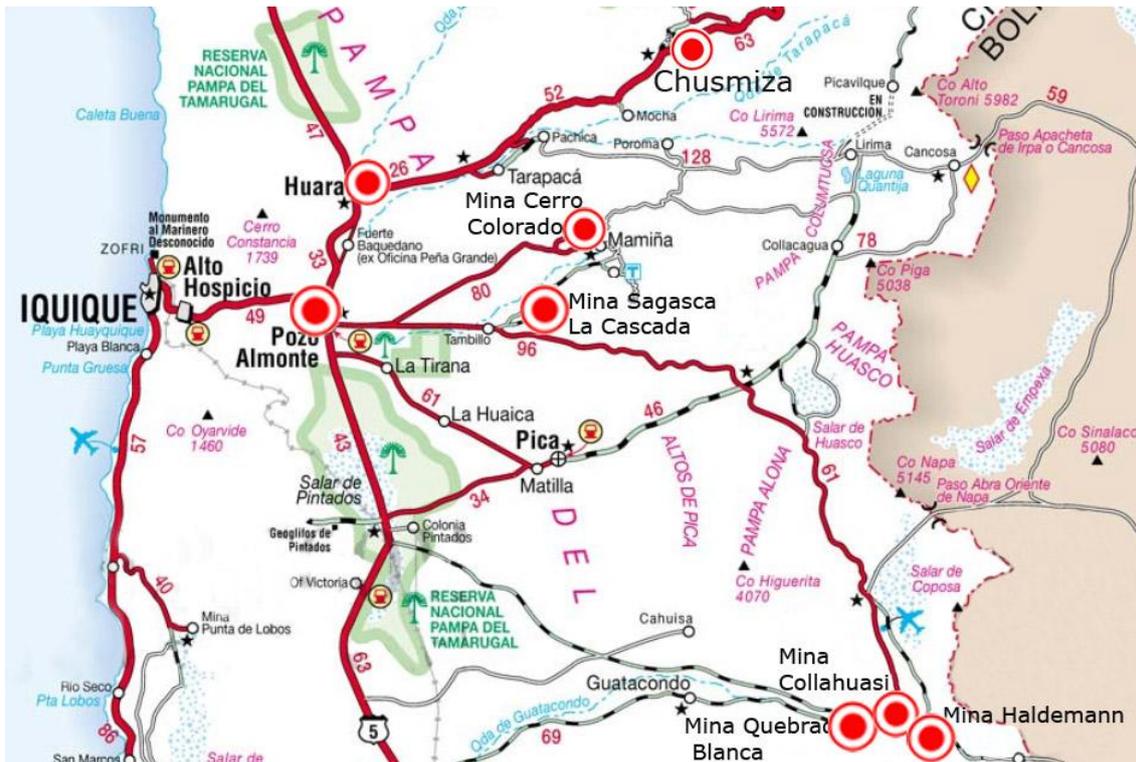
En las explotaciones que se encuentran más cerca de la superficie de la tierra, el cobre se encuentra en estado de óxido de cobre y no de sulfuro. En estos casos lo que se hace después de la molienda es el llamado proceso de lixiviación, el cual, consiste básicamente en hacer recircular una solución acuosa con solventes para así lograr extraer el cobre de la roca molida y traspasarlo a esta solución que se irá concentrando cada vez más en ión cobre.

Es importante mencionar que el agua de la solución se va contaminando con otros metales pesados motivo por el cual esta debe ser renovada periódicamente.

Por lo tanto el consumo de agua por parte de las mineras se explica por la evaporación que se produce en las piscinas de decantación, filtraciones dada la permeabilidad del terreno y por la renovación de agua en las pilas de lixiviación

3.1.3 Minerías Potenciales

Las alternativas válidas como clientes potenciales son el sector ubicado a proximidad de las Termas de Mamiña donde se encuentran Compañía Minera Cerro Colorado y el sector de Pozo Almonte donde se ubica la Empresa Sanitaria de Tarapacá.



Como ya se ha mencionado, existe un número limitado de mineras cercanas a la vertiente "Chusmiza". Se puede apreciar en el mapa que sólo Minera Cerro Colorado y Minera Sagasca La Cascada se ubican a una distancia prudente y sin obstáculos de tipo topográfico que hagan muy complejo o costoso el proyecto. En efecto, a una distancia en línea recta no mayor a 200 km hay tan sólo cuatro empresas mineras:

Minera Cerro Colorado a 42 Km, Minera Sagasca La Cascada a 55 Km, Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi a 170 km, Minera Haldemann a 195 km y Compañía Minera Quebrada Blanca a 180 Km.

Además, Minera Cerro Colorado y Minera La Cascada están a menor altitud que Chusmiza, lo que permite bajar el agua por aducción (gravedad). Las otras tres se encuentran a aproximadamente 4.400 metros de altitud lo que obligaría a subir 1.500 metros. Esto tendría un mayor costo de inversión y operación debido a los costos que significa la instalación de plantas de bombeo y la energía necesaria para impulsar el agua cuesta arriba. Por otra parte, para llegar a las tres mineras más distantes, se debería contornear un importante cerro, lo cual haría aún más complejo y costoso explorar las otras alternativas.

3.1.4 Consumo de agua en la industria minera

Los requerimientos de agua por parte de las empresas mineras son en general muy disímiles. Estas diferencias se deben básicamente a que el consumo de agua depende de manera crítica del tipo de mina, de su tamaño y de la eficiencia en el uso del recurso. Las cifras disponibles para minas recientemente inauguradas, señalan un consumo de entre 186m³ de agua por tonelada de cobre fino producido. Aunque las cifras pueden variar bastante más que lo indicado anteriormente, los expertos señalan que se trata de una buena aproximación para términos de este estudio.

En este contexto, Cerro Colorado se caracteriza por ser una mina de un tamaño importante, con una producción de 130.000 ton/ año, y cuyos procesos se caracterizan por la eficiencia adquirida año tras año. Así, de acuerdo a lo anterior una buena estimación señalaría que Cerro Colorado debiera consumir alrededor de 769 litros por segundo, es decir, 24.266.667 m³ al año.

3.1.5 Abastecimiento de agua Minera Cerro Colorado

Actualmente, Minera Cerro Colorado se abastece mediante la extracción de aguas subterráneas, tarea que se hace cada vez más costosa para la compañía por cuanto debe aumentar la profundidad de los pozos periódicamente para lograr mantener un caudal constante. Además, la Dirección General de Aguas no desea seguir otorgando derechos de agua, pues las napas subterráneas no alcanzan a recuperarse del actual consumo. También se ha obtenido información por parte de gente del rubro, que esta empresa trae agua desde Cancosa, localidad ubicada cerca de la frontera con Bolivia, con el costo que esto representa dado lo distante que se encuentra.

3.1.6 Precio

El precio ha sido uno de los elementos más difíciles de obtener. Lo anterior se debe a que en general, esta información es de carácter reservado pues las mineras saben que si los posibles proveedores conocen su real costo de extracción, pueden sacarles todo el excedente del consumidor. Es así, como en general ellos especulan con valores por debajo de la realidad con el objeto de pagar menos por este bien. También es importante tener presente que el precio, que para este proyecto tiene relevancia, es el costo marginal de extraer un litro más de agua, lo cual, dista mucho del valor promedio que ellos manejan normalmente, ya que en el pasado, la escasez de agua no era tan crítica como lo es hoy y con pozos de poca profundidad se obtenían buenos resultados. Sin embargo, actualmente las napas subterráneas se han ido agotando, lo cual los ha obligado a perforar a grandes profundidades, con el costo energético que esto representa.

De acuerdo a opinión de expertos en la materia, actualmente el costo de un litro adicional de agua que maneja Minera Cerro Colorado debiera situarse por sobre

1.2 US\$/m³.

3.3 ESTRATEGIA COMERCIAL

La estrategia comercial deberá fundamentarse en la pureza del recurso la que es ampliamente valorada pues le evita a las mineras efectuar procesos de depuración como ser decantaciones y desalinizaciones, entre otras; con el consecuente ahorro que esto significa.

3.3.1 Mix Comercial:

3.3.1.1 Producto

El producto es básicamente agua en excelentes condiciones puesta en la planta procesadora del cliente final. En cuanto a servicios que pueda otorgar la compañía, se puede señalar que ésta se encargará de todos los trabajos de mantención, reparación y monitoreo de las tuberías y pozos, para así garantizar un óptimo abastecimiento.

3.3.1.2 Distribución

Dada la particularidad del producto y sus consumidores, la distribución se efectuará mediante tubería desde Chusmiza hasta el cliente final. Ningún otro medio de transporte será considerado dado el alto volumen (40 millones de lts/mes) y la importante distancia entre un punto y otro.

Además, se requiere de un caudal continuo durante las 24 horas al día, 365 días al año.

Como se mencionó anteriormente, el proyecto contempla venta directa a explotaciones mineras que estén relativamente cerca de Chusmiza. Lo anterior, obliga a invertir

fuertemente en tuberías, por lo cual, lo ideal será vender la totalidad del agua emergente a una sola empresa.

3.3.1.3 Promoción:

Dado el tipo de negocio ya descrito anteriormente, se contempla que uno de los altos ejecutivos de la empresa efectúe visitas directas a los clientes potenciales con el objeto de obtener contratos de abastecimiento de larga duración, pues en caso contrario la inversión no se justificaría.

Los contratos deberán ser manejados por un equipo negociador, compuesto por altos ejecutivos, y no un empleado de rango medio, pues se trata de contratos complejos de largo plazo, de sumas muy importantes, con aspectos legales no menores y que por lo tanto no sólo deben entender muy bien cada uno de estos aspectos, sino que también inspirar confianza a los altos ejecutivos con los que deberán relacionarse.

3.3.1.4 Precio

Deberá ser el resultado de un profundo análisis entre lo que están pagando actualmente, las alternativas reales que tengan aparte de la de Agua Mineral Chusmiza, la inversión a realizar y lo más importante, el beneficio que les pueda dar el aumentar su capacidad gracias al agua en cuestión.

No obstante, como se mencionó anteriormente, de acuerdo a opinión de expertos, los precios que se manejan actualmente se sitúan por sobre 1 US\$/m³, lo cual, da una base para negociar de acuerdo a los intereses de ambas partes.

Para efectos de evaluación económica, se utilizó un precio de referencia de 1 US\$ el m³.

3.4 ANÁLISIS FODA

3.4.1 Oportunidades

Aumento de la demanda minera:

Como ya se mencionó anteriormente la industria minera durante la última década ha tenido una fuerte tasa de crecimiento en el volumen de producción, lo que se ha traducido en un incremento de la demanda por agua para los procesos productivos.

Escasez de agua:

Por otro lado, se observa que con el correr del tiempo el agua ha pasado a ser un bien escaso y muy valorado por estas industrias. Esto le da a Chusmiza, una gran oportunidad de explotar su recurso supliendo una necesidad imperante que justificaría invertir con el objeto de ofrecer este bien tan preciado.

Franquicias tributarias:

Dada su ubicación geográfica (Primera Región), Chusmiza queda dentro de la zona de extensión de la Zona Franca de Iquique lo que le permitiría recuperar el 20% de las inversiones en activos y el 17% de la mano de obra, siempre y cuando, los activos hayan sido adquiridos dentro de la Zona Franca. Este estudio no incorpora dichos beneficios. Para ello habría que evaluar el proyecto considerando la alternativa de importar los equipos e infraestructura necesarios para la inversión.

3.4.2 Amenazas

Litigio con indígenas:

Si bien es cierto, el litigio por los derechos de agua se ganó por mayoría absoluta en segunda instancia. No obstante, queda la instancia de la Corte Suprema por lo que sigue vigente la posibilidad de perder los derechos adquiridos.

Expectativas de caída en el precio del cobre:

La alta demanda de cobre, hace más rentable y atractiva a esta industria. Esto hace pensar que en un mediano plazo, habrá nuevos yacimientos que entren en actividad en el mundo, haciendo caer el precio del cobre desincentivando de esta manera la inversión en nuestro país.

3.4.3 Debilidades

Falta de know-how en el rubro:

Agua Mineral Chusmiza, se ha dedicado por largos años a comercializar el agua envasada para el consumo humano. El entrar en este nuevo mercado le significará un período de aprendizaje, pues no conoce el modo de operación ni tiene el Know how necesario para lograr una eficiencia óptima al inicio de sus actividades.

Ubicación geográfica compleja:

La posición geográfica de la vertiente hace más difícil su operación al igual que conseguir una dotación de personal estable.

Pocos potenciales clientes:

Otra debilidad es el hecho que no existe un gran número de clientes potenciales cerca de Chusmiza lo que obliga a hacer una fuerte inversión en tubería para acceder a éstos y le quita poder de negociación frente a los que se ubican a menor distancia.

Producción limitada:

Chusmiza está limitada en su capacidad productiva por la naturaleza de la fuente lo que imposibilita un crecimiento futuro.

3.4.4 Fortalezas

Proyecto de bajo riesgo comercial:

A diferencia de muchos proyectos que dependen de las variaciones que pueda sufrir el mercado consumidor, este proyecto, tiene la fortaleza de que antes de efectuar la inversión ya cuenta con un contrato de venta, motivo por el cual la probabilidad de éxito es muy alta.

Bajo apalancamiento operativo:

Al observar los gastos operacionales de este proyecto, se aprecia que éstos son bajos lo que da una fortaleza, pues aunque por algún motivo deba permanecer algunos meses sin ingresos, no se verán mayormente afectados sus resultados.

Producto de excelente calidad:

El agua viene en óptimas condiciones y no requiere tratamiento alguno para su uso.

Baja inversión en capital de trabajo:

Debido a la naturaleza del proyecto, éste no requiere de grandes sumas de dinero para capital de trabajo. Cabe mencionar que el capital de trabajo que se consideró al inicio,

es en gran medida para el IVA de las inversiones, sin embargo, éste se recupera a los dos meses de operación.

Servidumbre obligatoria por ley:

El código de aguas contempla que para que los derechos de agua se puedan hacer efectivos, ningún propietario de terrenos puede oponerse al paso de tuberías que lleven el agua de un lugar a otro.

IV ANÁLISIS ORGANIZACIONAL

Dado que Agua Mineral Chusmiza puso término a sus actividades el año 2003, se deberán contratar nuevos empleados para la operación de este nuevo proyecto. Éste en definitiva, será manejado como una empresa independiente de otros proyectos futuros de la empresa madre.

Debido a la naturaleza del negocio, el funcionamiento operativo de éste resulta mucho más simple que el de la mayoría de las empresas. En este sentido, la empresa deberá fundamentalmente dedicarse a asegurar el abastecimiento de agua a la minera mediante un constante monitoreo, supervisión y eventuales reparaciones de todas las partes de la red de agua que puedan tener problemas y que por lo tanto, puedan poner en peligro el normal abastecimiento del agua.

Para estas tareas y otras relacionadas con la operación, se deberá tener personal y una organización acorde, para así cubrir las 24 horas del día.

Por otro lado, Se deberá tener una fluida comunicación con la minera en caso que se produzca alguna variación en el flujo de agua para así tomar las medidas pertinentes.

4.1 EXTERNALIZACIONES:

Reparación y mantención de acueducto:

La reparación del tendido de tubería se externalizará a una empresa especializada por medio de un acuerdo contractual en el cual se estipule que cada vez que la empresa requiera de sus servicios se deberá efectuar la reparación inmediata del tendido de tubería. Este acuerdo puede contemplar también, una revisión periódica de los puntos críticos del tendido que sean más susceptibles de fallar.

Servicios contables:

Otra labor que deberá ser externalizada, es la de contabilidad. Lo anterior no excluye que el Gerente General deberá llevar al día las libretas de Banco, libros de facturación y todo tipo de registros contables. Sin embargo, como la ley lo indica, los balances generales y estados financieros que deben entregarse al SII, deben ser firmados por un Contador Auditor.

Otras de las funciones del contador auditor, será la preparación del IVA, liquidaciones de sueldo, finiquitos, pago de Impuestos a la renta, etcétera.

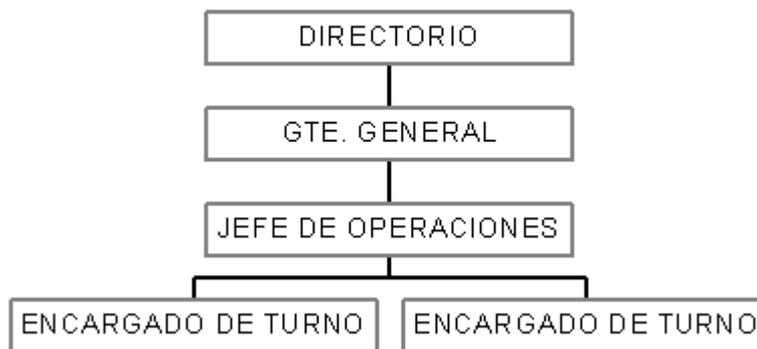
4.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

4.2.1 Organigrama

Organigrama Agua Mineral Chusmiza S.A.I.C.



Organigrama Agua Mineral Chusmiza S.A.I.C.



4.3 CARGOS Y RESPONSABILIDADES

4.3.1 Directores

Tendrán la responsabilidad de definir las políticas internas y externas de la empresa como precios, tipos de contrato, mercado al cual quieren apuntar y nuevos usos del

recurso. Particularmente tendrán la labor de gestionar las condiciones contractuales de las negociaciones con los clientes.

4.3.2 Gerente General

Dado que el tipo de negocio no tiene gran complejidad en lo que se refiere a producción y en general, a lo que se relaciona con la normal operación, será uno de los propios socios directores que tendrá el cargo de Gerente General.

Por lo tanto, éste tendrá la responsabilidad de Director y además deberá supervisar las labores del Jefe de operaciones, apoyarlo en la toma de decisiones y controlar que los libros de contabilidad y asistencia estén siempre al día. También estará dentro de sus funciones el pago de facturas, la cobranza, libretas de bancos, cuentas bancarias, la relación con los bancos y velar por el buen funcionamiento de la empresa.

También será de su responsabilidad, el reclutamiento de personal y la buena coordinación entre los empleados. No hay que olvidar que como esta persona también forma parte del directorio, deberá participar activamente en las negociaciones con los clientes y atender sus requerimientos.

4.3.3 Jefe de Operaciones

Tendrá la responsabilidad de velar por el normal funcionamiento de la captación desde la fuente y la distribución por medio de la tubería.

Dentro de sus responsabilidades, estará el efectuar subcontrataciones y manejo de caja chica. No obstante lo anterior, deberá mantener informado al Gerente General mes a mes, de su desempeño y si la situación así lo requiere, deberá solicitar la aprobación de su jefe directo, el Gerente General.

Por otra parte, se debe señalar que tendrá bajo su responsabilidad el vehículo de la empresa, el cual deberá estar siempre disponible para cuando las necesidades así lo requieran.

Finalmente, cabe mencionar que el Jefe de Operaciones también deberá realizar turnos de ocho horas como un encargado de turno más, con el objeto de asegurar la supervisión de las instalaciones durante las 24 horas del día.

4.3.4 Encargados de Turno

Estas dos personas tendrán turnos de ocho horas con el fin de cubrir las 24 horas del día y su responsabilidad consistirá en supervisar el normal funcionamiento de las bombas de extracción, generadores de electricidad, tuberías de succión y salida, etc.

Además, dentro de sus responsabilidades, estará la de informar oportunamente cualquier imprevisto o falla en el sistema así como también controlar el nivel de insumos como por ejemplo el petróleo del grupo electrógeno.

Con esto se evitará también el ingreso de personas extrañas al recinto.

V ESTUDIO TÉCNICO

Para el estudio técnico, fue necesario hacer una serie de supuestos que, según la opinión de expertos, no debieran diferir mucho de la realidad. Los supuestos que se han considerado pertinentes son los siguientes:

5.1 SUPUESTOS

a) La profundidad a la cual se encuentra el agua subterránea a extraer, se estima entre 30 y 50 metros según sondeo técnico preliminar: De acuerdo a las características de la vertiente, que en forma natural entrega a la superficie un caudal de cinco litros por segundo consuntivos, al perforar en un rango de 30 a 50 metros se debiera lograr incrementar el caudal en aproximadamente diez litros por segundo, con lo cual el caudal total a ofrecer alcanzaría los 15 litros por segundo consuntivos.

b) De acuerdo a estimaciones, se considerará un largo total de la tubería de 50 Km. Si bien es cierto, la distancia en línea recta que une a minera Cerro Colorado con Agua Mineral Chusmiza es de tan solo 42 Kms, se han agregado 8 Kms suplementarios para poder adaptarse mejor a la topografía del lugar y también poder hacer que el acueducto esté lo más cerca posible de algún camino. Lo anterior es indispensable para poder reparar cualquier falla en las uniones y tener un acceso expedito a éstas tanto para la instalación como para la mantención y eventuales reparaciones

c) Se consideró un número de cuarenta válvulas de descompresión a instalar. De acuerdo con los estudios técnicos de hidráulica, la diferencia de altitud (500 metros) que separa ambos puntos, genera una enorme presión que puede llegar a reventar la tubería.

Para ello, se requiere instalar válvulas de descompresión cada cierta distancia, la cual estará dada por la topografía del lugar, motivo por el cual, se ha considerado un total de cuarenta válvulas.

d) El número de codos, dependerá directamente del tipo de material que se emplee en la tubería. Si se trata de tubería de acero, que es totalmente rígida, se estima un total de 120 codos para poder seguir la topografía del lugar y las servidumbres que se tengan que hacer uso. En caso de emplear tubería de polietileno, el número de codos a emplear, se reducirá a tan solo cuarenta dado que este material es muy flexible y permite contornear la topografía del lugar sin mayor problema.

5.2 PROCESO

El agua mineral termal, se capta en la vertiente Chusmiza ubicada a 78 km de la localidad de Huara al oriente de Iquique. El proceso se inicia al extraer agua desde un pozo a una profundidad de 30 o 50 metros. Para ello, deberá construirse un pozo de 6" de diámetro e instalar una bomba de pozo profundo multietapas de 7.5 HP o 12.5 HP dependiendo de la profundidad a la cual se produzca el alumbramiento.

Una vez en la superficie, el agua extraída ingresará a una bocatoma de entrada de hormigón donde se juntará con los cinco litros por segundo superficiales. A partir de la bocatoma, el agua descenderá por gravedad por una tubería de 4" de diámetro interior, los 50 kilómetros que deberá recorrer para llegar a destino. Finalmente, la tubería termina en una entrega de agua de hormigón desde la cual la empresa minera podrá disponer de ella.

5.2.1 MAPA LOCALIZACIÓN CHUSMIZA - MINERA CERRO COLORADO



Como se aprecia en el mapa ambos puntos se ubican a una distancia de 42 km en línea recta, sin embargo, la topografía del lugar aumenta esta distancia en 8 km aproximadamente.

5.3 Proveedores de Equipamiento

El mercado proveedor de equipamiento, está compuesto básicamente por tuberías, válvulas de descompresión, bombas de pozo profundo, equipos de generación eléctrica, accesorios para tubería (codos, coplas, etcétera), termofusionadoras para tuberías de polietileno, soldadoras al arco para tuberías de acero, soldadoras MIG para tuberías de acero galvanizado, equipo de radio, computador, impresora, muebles de oficina, transporte para las tuberías, y una camioneta cabina simple.

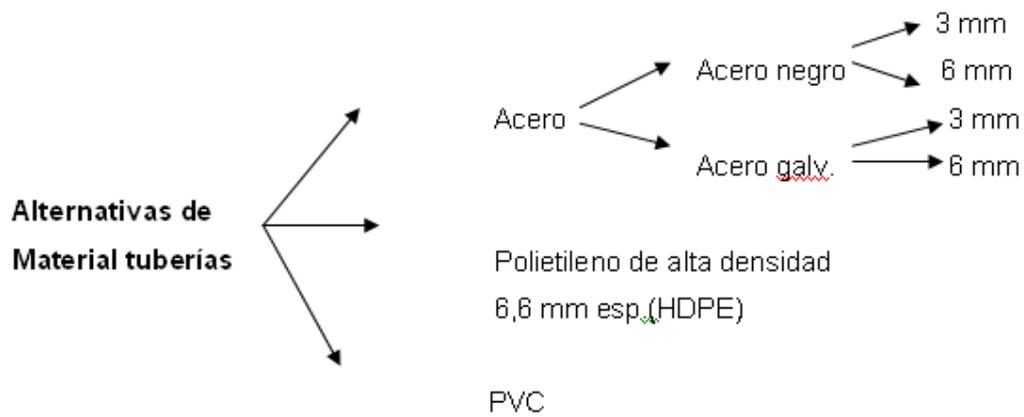
A continuación se efectuará un pequeño análisis de los elementos más relevantes para el proyecto:

5.3.1 Mercado de tuberías y accesorios

Este equipamiento, es el más relevante en la etapa de inversión del proyecto. Afortunadamente, existe una amplia experiencia en acueductos empleados para este objetivo. En particular, muchas empresas mineras, han tenido que buscar agua a grandes distancias y profundidades para poder abastecerse. Esto, ha permitido el desarrollo de una serie de empresas ligadas al rubro de la tubería en distintos tipos de materiales que más adelante se analizará en detalle, de acuerdo a sus características técnicas y económicas, para así poder hacer la elección de aquella que representa la mayor eficiencia.

En el mercado se manejan cuatro categorías distintas de materiales aptos para este tipo de proyecto, los cuales son: Acero negro, acero galvanizado, polietileno de alta densidad(HDPE) y

PVC.



A continuación, se da una breve referencia de proveedores de tuberías junto con su respectivo precio.

5.3.1.1 Proveedores de Tubería en Acero Negro y Galvanizado

Cintac S.A:

Esta empresa fabrica y comercializa cañerías, tubos y perfiles de acero desde 1956. Posee una de las más amplias redes de distribución a lo largo de nuestro país e

incluso es dueña de una filial en Perú. Es uno de los proveedores más importantes y sus precios son los más competitivos del mercado.

Almarza S.A.

Tubos y perfiles de acero Almarza S.A., es una empresa cuyo giro actual fue iniciado en el último trimestre de 1990, y cuya orientación de mercado fue atender a diversos clientes de los sectores agricultura, minería, metalmecánica, industria manufacturera y de la construcción. A fines del año 1998, implementó una moderna línea de fabricación de origen italiano, brindando así una excelente calidad. No obstante, sus precios no son tan competitivos como los de sus competidores más directos.

Carlos Herrera A.

Empresa con más de 50 años de presencia en el mercado, con gran variedad de productos y cuenta con 4 sucursales de distribución en la región Metropolitana, además de su casa matriz donde se efectúa la fabricación. Ofrece precios muy competitivos, pero no logra alcanzar a Cintac en este punto.

Tubomin:

Empresa con tan sólo 6 años de vida, especializada en todo tipo de elementos para la construcción de pozos. Dan excelente asesoría y están presente en casi todos los mercados, inclusive la gran minería del norte de nuestro país. Pese a su menor tamaño respecto a los demás competidores, tienen precios muy competitivos.

5.3.1.1.1 Tablas comparativas de precios tubería

Cuadro: Proveedores nacionales de tuberías acero negro 4"					
Proveedor	Largo	Espesor	Valor metro	Cantidad	Total
Cintac S.A.	6 metros	3 mm	\$5,981	50,000	\$299,050,000
Almarza S.A.	6 metros	3 mm	\$6,844	50,000	\$342,200,000
Carlos Herrera A.	6 metros	3 mm	\$6,785	50,000	\$339,250,000
Tubomin Ltda.	6 metros	3 mm	\$6,983	50,000	\$349,150,000

Cuadro: Proveedores nacionales de tuberías acero negro 4"					
Proveedor	Largo	Espesor	Valor metro	Cantidad	Total
Cintac	6 metros	6 mm	\$11,912	50,000	\$595,600,000
Almarza S:A	6 metros	6 mm	\$12,117	50,000	\$605,850,000
Carlos Herrera A.	6 metros	6 mm	\$12,806	50,000	\$640,300,000
Tubomin Ltda.	6 metros	6 mm	\$12,350	50,000	\$617,500,000

Cuadro: Proveedores nacionales de tuberías acero galvanizado 4"					
---	--	--	--	--	--

Proveedor	Largo	Espesor	Valor metro	Cantidad	Total
Cintac S.A.	6 metros	3 mm	\$8,675	50,000	\$433,750,000
Almarza S.A.	6 metros	3 mm	\$9,466	50,000	\$473,300,000
Carlos Herrera A.	6 metros	3 mm	\$9,222	50,000	\$461,100,000
Tubomin Ltda.	6 metros	3 mm	\$8,736	50,000	\$436,800,000

Cuadro: Proveedores nacionales de tuberías acero galvanizado 4"					
Proveedor	Largo	Espesor	Valor metro	Cantidad	Total
Cintac S.A.	6 metros	6 mm	\$14,216	50,000	\$710,800,000
Almarza S.A.	6 metros	6 mm	\$15,980	50,000	\$799,000,000
Carlos Herrera A.	6 metros	6 mm	\$15,350	50,000	\$767,500,000
Tubomin Ltda.	6 metros	6 mm	\$14,395	50,000	\$719,750,000

5.3.1.2 Proveedores de tubería de polietileno

Comercial Tecnotubos Ltda.:

Pequeña empresa del sector con casi 20 años de historia. Dedicada más bien a la venta al detalle, de una muy amplia variedad de productos como ser polietileno, PVC, cobre, fitting, etc. Tiene precios muy competitivos en lo que se refiere a tuberías de polietileno.

Perfeco S.A.:

Empresa con 30 años de presencia en el mercado, con amplia variedad de productos para diferentes mercados como el de la minería, las sanitarias, la industria vinícola, etcétera. Se caracteriza por una gran seriedad y dan sus productos certificados por laboratorios externos. Este punto no es menor, pues hay componentes en las tuberías de polietileno como el "Negro de Humo"³ para los cuales se debe respetar una cierta dosis y la única forma de controlarlo, es mediante análisis en laboratorio. La calidad, es una de las prioridades de esta empresa y están certificados por ISO 9001, 2000. Sus precios son muy competitivos y parecen ser la mejor alternativa a la hora de elegir un proveedor para este proyecto.

Teconplas S.A.:

Empresa con más de 14 años de experiencia, presente en casi todos los mercados y ha participado en importantes proyectos de la minería con Cerro Colorado, Santa Inés de Collahuasi y Minera Escondida. Los precios que se obtuvieron no son los más competitivos del mercado, sin embargo, a la hora de realizar el proyecto se recomienda considerarlo pues no hay que olvidar que los precios obtenidos son sólo referenciales.

5.3.1.2.1 Tablas comparativas de precios tubería

³ Negro Humo: Producto que se añade al polietileno para que sea resistente a la radiación UV.

Cuadro: Proveedores nacionales de tuberías en polietileno HDPE 4"						
Proveedor	Largo	Espesor	US\$/m	\$/US\$	Cantidad	Total
Comerc. Tecnotubos Ltda	50 m	6.6 mm	6.18	560.00	50,000	\$309,000
Perfeco S.A.	50 m	6.6 mm	6.10	560.00	50,000	\$305,000
Teconplas S.A.	50 m	6.6 mm	6.26	560	50,000	\$313,000

Nota: Los proveedores de tubería en polietileno manejan sus precios en Dólares Americanos pues las materias primas son importadas y están en directa correlación con el precio del petróleo.

5.3.1.3 Tuberías de PVC:

Existe gran cantidad de proveedores de tuberías en PVC, sin embargo, este material no reúne los requisitos técnicos que hagan posible su uso para este proyecto

Este tipo de material es tremendamente frágil y se fragiliza aún más al estar expuesto al sol por lo que la única forma de instalarlo es enterrándolo bajo la superficie, sin embargo, su fragilidad hará que cualquier golpe durante o posterior a su instalación se trice con los consecuentes problemas que esto ocasionaría. Otra dificultad que presenta este tipo de material es su prácticamente nula flexibilidad lo cual obliga a colocar una serie de codos y accesorios para seguir la topografía del lugar.

Dado lo anterior este material no se considerará para este estudio pues no cumple con los requerimientos técnicos que garanticen el funcionamiento de la instalación.

5.3.2 Otros equipamientos e insumos

5.3.2.1 Bombas de pozo profundo:

La bomba deberá ir sumergida dentro del pozo a la profundidad requerida para captar el agua. El pozo deberá tener 6” de diámetro y una tubería de descarga de 4”. Estos equipos, son bastante especializados pues tienen que ser bombas multietapas⁴ para lograr así, generar la presión necesaria para elevar el agua 30 o 50 metros respectivamente. Existen algunas empresas que ofrecen esta línea de productos como ser Vogt. Para una profundidad de 30 metros y un caudal de 10 litros por segundo, se requiere una potencia de 7.5HP. El precio para este equipo es de \$ 946.700 + IVA y su consumo energético será de 5,5 KW .

Para el caso de 50 metros de profundidad y un caudal de 10,8 litros por segundo se requiere una bomba de 12,5 HP con un consumo energético de 9,2 KW y ésta tiene un costo de 1.394.500 + IVA. Debido al bajo diferencial de precio entre ambas bombas respecto a la inversión total, para efectos del estudio se utilizará esta última ya que se podría utilizar para ambas profundidades.

⁴ Bombas multietapas: Bombas que logran elevar grandes presiones para lo cual lo van haciendo gradualmente por etapas.

5.3.2.2 Válvulas de descompresión

Las válvulas de descompresión tiene por objeto disminuir la presión que se genera por la diferencia de altitud entre un extremo del acueducto y el otro. De acuerdo a la información secundaria obtenida, se recomienda colocar 40 Válvulas de descompresión, las cuales tienen un costo unitario de \$6.500 + IVA. La cantidad definitiva será definida por el estudio topográfico, el cual deberá indicar en detalle los puntos exactos donde debe ubicarse cada válvula.

5.3.2.3 Energía eléctrica

Agua Mineral Chusmiza ya cuenta con un equipo para estos efectos, pues anteriormente lo empleaba para su línea de embotellado. Por este motivo se ha considerado un arriendo mensual por un valor de \$100.000 + IVA.

5.3.2.4 Petróleo

De acuerdo a expertos un grupo de electrógeno para alimentar una bomba de 12,5 HP., tiene un consumo aproximado de 60 litros diarios.

Si a lo anterior se le suma el consumo correspondiente a la iluminación, este consumo alcanzaría los 70 litros diarios, es decir, 2.100 litros al mes.

Respecto al estanque para almacenar el petróleo, se empleará el estanque de 10.000 litros que instaló años atrás la empresa Copec.

El precio del petróleo actualmente bordea los \$340 + IVA por litro. Cabe mencionar que el impuesto específico, no se aplica cuando el petróleo es empleado en actividades fuera de la vía pública.

5.3.2.5 Empresas contratistas para la instalación de la tubería

De acuerdo a información secundaria obtenida, el costo de la instalación de la tubería de acero es de \$50.000.000 + IVA pues no requiere ser enterrada.

Para la tubería de polietileno este costo asciende a \$200.000.000 + IVA.

El alto costo de instalación de esta última, se debe a que a diferencia de la tubería de acero, ésta debe ser enterrada 50 cm bajo tierra y puesta sobre una cama de tierra colada lo cual requiere de una máquina retroexcavadora y de mucha mano de obra. Además, para el caso de la tubería de acero, debe contemplarse un costo por concepto de soldadura de \$35.000.000 + IVA y para el caso de la tubería de polietileno un costo de \$8.000.000 + IVA.

5.3.2.6 Estudios hidrogeológicos

De acuerdo a cotización obtenida este estudio tiene un costo de \$2.100.000. Cabe mencionar que este costo es hundido por cuanto debe efectuarse independiente de la realización o no del proyecto.

5.3.2.7 Estudios topográficos

Estos estudios, según opinión de expertos tendrá un costo de aproximadamente \$3.000.000 + IVA. Este estudio deberá detallar el trazado de la tubería teniendo en consideración la topografía, los caminos que haya que atravesar y las servidumbres que deban solicitarse.

5.3.2.8 Equipo de radio

Para que el jefe de operaciones pueda estar en constante comunicación con el jefe de turno, se adquirirá un equipo de radio dado que los celulares suelen no ser útiles en este tipo de áreas. El valor de este equipo se estimó en \$1.000.000 + IVA.

5.3.2.9 Camioneta cabina simple

Para el desplazamiento del Jefe de Operaciones y Gerente General, se contempla la compra de una camioneta Diesel nueva por un monto de \$10.000.000 + IVA.

5.4 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS:

Las alternativas se resumen básicamente en el tipo de tubería a ocupar en el traslado del agua. Para este proyecto, se ha decidido comparar las posibilidades de instalar cuatro tipos de tuberías, para cada una de las cuales se analizarán sus ventajas y desventajas tanto técnicas como económicas.

5.4.1 Tubería

Expertos en el tema coinciden que para recorrer una distancia de 50 Km, con una diferencia de nivel de 500 m aproximadamente y un caudal de hasta 15 litros por segundo, se requiere de una tubería con un diámetro interior de 4". Con ello se logra transportar el agua en condiciones óptimas y eficientes.

5.4.1.1 Tuberías en acero

Este tipo de material no requiere ser instalado bajo tierra y dado su alta resistencia mecánica, puede apoyarse directamente en el suelo. Cabe mencionar que por motivos de

seguridad algunas instalaciones se hacen enterradas, sin embargo, el costo que esto tiene tiende prácticamente a duplicar el valor de la inversión.

Las uniones de las tuberías pueden hacerse por medio de soldadura o utilizando tuberías con hilo y así se pueden unir por medio de coplas. Esta última forma de unión no es muy recomendable pues toma mucho tiempo durante la instalación y queda expuesta a robo por parte de terceros.

5.4.1.1.1 Tubería de acero negro

Características Técnicas:

Este es un acero sin ningún tipo de protección a la corrosión. Se puede soldar fácilmente con soldadura 7018 (Electrodo). Se dispone de dos alternativas de espesor, lo que hace variar la vida útil de la tubería. En 3mm de espesor se estima una duración de 10 años y en 6mm de espesor la estimación aumenta a 16 años.

Su instalación es fácil, pues no necesita apoyarse en superficie lisa, sin embargo, la unión de cada tubo de seis metros es bastante tediosa pues se tendrán ocho veces más uniones a realizar que en el caso del polietileno que viene en tiras de 50 metros. Otra alternativa sería considerar tuberías con hilo cónico que se unen por medio de coplas atornilladas, sin embargo, este trabajo es tedioso y no muy recomendado por los expertos, pues se pueden destornillar y robar ya sea los tubos, el agua o ambos.

Accesorios requeridos para el montaje de la tubería en acero:

Para el montaje de la tubería en acero negro deben incluirse codos y soldadura los cuales han sido incluidos en la siguiente tabla de costos.

Antecedentes técnico económicos acero negro 3mm

Acero negro 3 mm de espesor	
Vida útil contable (Dep. Acelerada)	6 años
Vida útil técnica	10 años
Valor tubería	299,050,000
Valor Flete Stgo.- Chusmiza	36,000,000
Valor codos	540,000
Válvulas de descompresión	260,000
Valor soldadura	35,000,000
Valor Instalación	50,000,000
Total Inversión tubería	420,850,000
Depreciación anual	70,141,667
Gastos de mantención anual	10,000,000

Valor actual de costos y costo anual equivalente (VAC-CAE):

Valor Actual de costos alternativa Acero negro 3 mm: \$419.029.459

Costos anual equivalente alternativa Acero negro 3 mm: \$ 72.469.662

Antecedentes técnico económicos acero negro 6 mm

Acero negro 6 mm de espesor	
Vida útil contable (Dep Acelerada)	6 años
Vida útil técnica	16 años
Valor tubería	595,600,000

Valor Flete Stgo.- Chusmiza	72,000,000
Valor codos	660,000
Válvulas de descompresión	260,000
Valor soldadura	43,333,333
Valor Instalación	50,000,000
Total Inversión tubería	761,853,333
Depreciación anual	126,975,556
Gastos de mantención anual	10,000,000

Valor actual de costos y costo anual equivalente (VAC-CAE):

Valor Actual de costos alternativa Acero negro 6 mm: \$842.479.480

Costos anual equivalente alternativa Acero negro 6 mm: \$117.071.168

Carta Gantt para tubería en acero negro

De acuerdo a opinión de expertos, los tiempos requeridos para llevar a cabo el proyecto con este material son los siguientes:

Carta Gantt acero															
Actividades	Nº de meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Estudio hidrogeológico	1														
Tramitación der. de agua	6														
Estudio topográfico	1														
Construcción de pozo	0,5														
Instalación eléctrica	0,5														
Const. bocatoma	0,5														
Instalación tubería	4														
Constr. entrega agua	0,5														

5.4.1.1.2 Tubería en acero galvanizado

Características técnicas:

Este tipo de acero es el mismo que en el caso anterior sólo que trae un revestimiento interior y exterior de galvanizado que lo protege de la corrosión, lo que prolonga su vida útil a 20 y 30 años respectivamente.

Se puede soldar al igual que el acero negro, aunque se hace un poco más difícil que la soldadura se adhiera, no obstante, los costos de esta operación son muy similares. Al igual que en el acero negro, hay que recordar que se tendrá ocho veces más uniones que en el caso del polietileno, lo cual hace mucho más largo el proceso de montaje.

Otra alternativa al igual que en el caso del acero negro sería considerar tuberías con hilo cónico que se unen por medio de coplas atornilladas, sin embargo este trabajo es tedioso y no muy recomendado por los expertos pues se pueden destornillar y robar ya sea los tubos, el agua o ambos.

Accesorios requeridos para el montaje de la tubería en acero galvanizado:

Al igual que para la tubería en acero negro el montaje de la tubería en acero galvanizado requiere de codos y soldadura, los cuales han sido incluidos en la siguiente tabla de costos:

Antecedentes técnico económicos acero galvanizado 3mm

Acero galvanizado 3 mm de espesor	
Vida útil contable (Dep. Acelerada)	6 años
Vida útil técnica	20 años
Valor tubería	433,750,000
Valor Flete Stgo.- Chusmiza	36,000,000
Valor codos	1,848,000
Válvulas de descompresión	260,000
Valor soldadura	35,000,000
Valor Instalación	50,000,000
Total Inversión tubería	556,858,000
Depreciación anual	92,809,667
Gastos de mantención anual	10,000,000

Valor actual de costos y costo anual equivalente (VAC-CAE):

Valor Actual de costos alternativa Acero Galvanizado 3 mm: \$657.988.184

Costos anual equivalente alternativa Acero negro 3 mm: \$ 85.016.601

Antecedentes técnico económicos acero galvanizado 6mm

Acero galvanizado 6 mm de espesor	

Vida útil contable (Dep. Acelerada)	6 años
Vida útil técnica	30 años
Valor tubería	710,800,000
Valor Flete Stgo.- Chusmiza	72,000,000
Valor codos	2,088,000
Válvulas de descompresión	260,000
Valor soldadura	43,333,333
Valor Instalación	50,000,000
Total Inversión tubería	878,481,333
Depreciación anual	146,413,556
Gastos de mantención anual	10,000,000

Valor actual de costos y costo anual equivalente (VAC-CAE):

Valor Actual de costos alternativa Acero Galvanizado 6 mm: \$1.125.929.178

Costos anual equivalente alternativa Acero negro 6 mm: \$ 134.004.913

Carta Gantt Para Tubería en Acero Galvanizado

De acuerdo a opinión de expertos, los tiempos requeridos para llevar a cabo el proyecto con este material son los siguientes:

Carta Gantt Acero															
Actividades	Nº de meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Estudio hidrogeológico	1														
Tramitación der. de agua	6														
Estudio topográfico	1														
Construcción de pozo	0,5														
Instalación eléctrica	0,5														

5.4.1.1.3 Tubería de polietileno de alta densidad (HDPE)

Características técnicas:

Este es un material bastante flexible, estabilidad a la intemperie, estabilidad ante cambios de temperatura extremos, resistencia a la abrasión, resistente a la radiación ultra violeta, considerablemente más económico, con muy baja rugosidad interior generando una muy baja pérdida de carga por roce con el agua. De gran durabilidad pues no sufre corrosión y se adapta bastante a las irregularidades del suelo. No obstante, se recomienda limpiar de piedrecillas para que no dañen la tubería o eventualmente hacer una cama de arena bajo la tubería para que esta descansa sobre ella. Una buena solución es tamizar tierra del propio lugar y usar lo que pase por la malla como lecho de la tubería.

Es importante al momento de la compra hacer controlar por algún laboratorio que el contenido de negro humo sea igual o superior al 2% pues es este elemento el que

protege la tubería de los rayos ultravioletas. Dado que es un insumo extremadamente caro en la fabricación de las tuberías de polietileno muchos fabricantes bajan la dosis con lo cual la tubería tiene el mismo aspecto, pero está desprotegida de los rayos ultravioletas y tendrá una duración muy breve.

También en su instalación es recomendable hacer poyos de cemento para dar mayor firmeza a la red de agua, en especial frente a fuertes pendientes.

Su instalación es mucha más rápida que con la tubería en acero pues viene en tiras de cincuenta metros en vez de seis metros y además, gracias a su flexibilidad y gran capacidad de adaptación a la sinuosidad del terreno, no requiere de trabajos de nivelación del suelo sobre el cual reposa.

Accesorios requeridos para el montaje de la tubería en Polietileno:

Para el montaje de la tubería en polietileno, deben incluirse codos y una máquina termofusionadora junto con su generador eléctrico, para poder soldar la tubería. La termofusión es un proceso mediante el cual una máquina (termofusionadora) calienta ambas tuberías y las une formando una sola pieza. Este es el proceso más recomendado por expertos para casos como el que presenta el proyecto, pues no hay forma de desunir las tuberías. Para este proceso se deberá adquirir una termofusionadora y un equipo electrógeno al igual que la mano de obra necesaria para esta operación. Si bien es cierto en el mercado se ofrece el servicio de termofusionado, expertos han señalado que

resulta más conveniente comprar el equipo dado el tamaño del proyecto, además ello permitirá disponer del equipo para reparaciones futuras. Este equipamiento adicional ha sido incluido en la siguiente tabla de costos.

Antecedentes técnico económicos polietileno HDPE 6,6 mm

Polietileno alta densidad HDPE 6,6 mm espesor	
Vida útil contable (Dep. Acelerada)	6 años
Vida útil técnica	30
Valor tubería	170,800,000
Valor Flete Stgo.- Chusmiza	48,000,000
Valor codos	374,528
Obras Civiles Enterrado	200,000,000
Mano de obra termofusión	8,000,000
Total Inversión tubería	427,174,528
Depreciación anual	71,195,755
Gastos de mantención anual	10,000,000

Valor actual de costos y costo anual equivalente (VAC-CAE):

Valor Actual de costos alternativa Polietileno HDPE 6.6 mm: \$358.298.252

Costos anual equivalente alternativa Acero negro 3 mm: \$ 42.643.647

Carta Gantt para tubería en polietileno de alta densidad (HDPE)

De acuerdo a opinión de expertos, los tiempos requeridos para llevar a cabo el proyecto con este material son los siguientes:

Carta Gantt polietileno HDPE													
Actividades	N° de meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Estudio hidrogeológico	1												
Tramitación derechos de agua	6												
Estudio topográfico	1												
Construcción de pozo	0,5												
Instalación eléctrica	0,5												
Const. Bocatoma	0,5												
Instalación tubería	4												
Constr. entrega agua	0,5												

Valores actuales de costo/ Costo anual equiv.	VAC	CAE
Tubería de acero negro 3 mm esp.	- 419,029,459	- 72,469,662
Tubería de acero negro 6 mm esp.	- 842,479,480	- 117,071,168
Tubería de acero galvanizado 3 mm esp.	- 657,988,184	- 85,016,601
Tubería de acero galvanizado 6 mm esp.	- 1,125,929,178	- 134,004,913
Tubería en polietileno HDPE 6,6 mm	- 358,298,252	- 42,643,647

5.5 CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Al comparar los diferentes costos anuales equivalentes (CAE), se aprecia que la tubería de polietileno (HDPE) es la alternativa económica más conveniente. Por otra parte, técnicamente este material es el que reúne la mayor cantidad de virtudes siendo la más relevante, su vida útil mucho más prolongada que para el resto de las alternativas. Ahora que se sabe cual es la mejor alternativa en lo que respecta al tipo de material para la tubería, se procederá a calcular el presupuesto de caja correspondiente a la inversión empleando dicha alternativa.

5.1.1 Presupuesto de caja alternativa polietileno HDPE

Presupuesto de caja Etapa de preinversión e inversión										
Mes N°	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10
Estudio de factibilidad	6,000									
Estudio hidrogeológico	2,100									
Tramitación derecho agua		300	0	300	0	1,200				
Estudio topográfico						3,000				
Construcción de pozo							3,000			
Compra bomba pozo							1,395			
Instalación eléctrica							200			
Construcción bocatoma							150			
Compra termofusionadora							10,000			
Gen. electrico para termof.							1,200			

Compra tubería (1/3 C/U)							56,933	56,933	56,933	
Transporte tubería (1/3)							16,000	16,000	16,000	
Instalación tubería + termof.							69,333	71,000	71,000	
Const. Entrega agua Horm.							0	0	150	
Remuneración Gte. General							1,200	1,200	1,200	1,200
Compra camioneta							10,000			
Seguro Camioneta							400			
Patente Camioneta							300			
Compra equipo radio							1,000			
Otros puesta en marcha	1,000	0	0	0	1,000	0	1,000			
Subtotal neto	1,000	300	0	300	1,000	4,200	172,111	145,133	145,283	1,200
IVA	190	0	0	0	190	570	32,416	27,347	27,376	0

Salida total de caja	1,190	300	0	300	1,190	4,770	204,527	172,481	172,659	1,200
----------------------	-------	-----	---	-----	-------	-------	---------	---------	---------	-------

Nota: Las celdas en amarillo representan costos hundidos que sólo se contemplan como amortización de intangible, pero no como una salida de caja.

5.7 VALORIZACIÓN ECONÓMICA DEL ESTUDIO TÉCNICO

Balance Equipamiento			
Item	Costo total	Vida Util técnica	Valor Desecho
Termofusionadora	10,000,000	10	0
Generador elec. para termo.	1,200,000	10	0
Tubería HDPE instalada	427,174,558	30	0
Camioneta	10,000,000	10	0
Equipo radio	1,000,000	10	0
Bomba de Pozo instalada	1,594,500	10	0
Muebles de oficina	800,000	10	0
Computador + Impresora	500,000	6	0
Total Inversión	452,269,058		

Balance Obras Civiles			
Item	Cantidad	Costo unitario	Costo total

Construcción de pozo	1	3,000,000	3,000,000
Bomba de Pozo instalada	1	10,000,000	10,000,000
Bocatoma	1	150,000	150,000
Entrega de agua de hormigón	1	150,000	150,000
Total Inversión			13,300,000

Balance de remuneraciones					
Cargo	Salario	Bonos	Salario Bruto	Prom. Líq.	Total ind.
	Base		Anual	Anual	Individual
Gerente General	14,400,000		14,400,000	11,520,000	14,400,000
Jefe de operac.	8,400,000	700,000	9,100,000	7,280,000	9,100,000
Jefe de turno 1	6,000,000	500,000	6,500,000	5,200,000	6,500,000
Jefe de turno 2	6,000,000	500,000	6,500,000	5,200,000	6,500,000
		Total Remuneraciones			36,500,000

La remuneración bruta incluye gratificación legal de 4,75 UTM.

Los bonos se desglosan en un bono de Navidad, otro para la fiesta patria, y un tercero, para el mes de Marzo.

Balance Insumos Generales			
Item	Unidad de Medida	Cantidad Anual	Costo Anual
Petroleo Camioneta	Litros	2,667	1,200,000
Petroleo Gen. Elec	Litros	34,560	12,096,000
Insumos Oficina	-	-	300,000
Arriendo oficina	Global	12	2,400,000
Arriendo grupo elec.	-	12	1,200,000
Mantenición tuberia	Global		10,000,000
Mantenición camioneta			500,000
Servivios contables			1,800,000

VI ESTUDIOS FINANCIEROS

6.1 CALENDARIO DE INVERSIÓN DEL PROYECTO

Carta Gantt polietileno HDPE													
Actividades	Nº de meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Estudio hidrogeológico	1												
Tramitación derechos de agua	6												
Estudio topográfico	1												
Construcción de pozo	0,5												
Instalación eléctrica	0,5												
Const. Bocatoma	0,5												
Instalación tubería	4												
Constr. entrega agua	0,5												

6.1.1 Inversión en capital de trabajo

Capital de trabajo	
IVA Inversión	87,489,121
Gastos Oper. 2 meses	11,782,667
Total Capital de Trabajo	99,271,788

6.1.1.1 Disminución del capital de trabajo

Como se detalla en anexo el IVA se recuperaría a los 23 meses de operación motivo por el cual se deberá solicitar su devolución al SII después del 6º mes y de esta forma se podrá disminuir el capital de trabajo a contar del 2º año de operación de la empresa. Es por esta razón que el capital de trabajo disminuye a partir del 2º año en la tabla de flujos.

Recuperación del IVA de inversión			
Año	0	1	2
IVA Crédito	87,489,121	4,470,396	4,470,396
IVA débito		- 50,331,456	- 50,331,456
Saldo	87,489,121	41,628,061	- 4,232,999

6.2 COSTO DE CAPITAL

6.2.1 Cálculo del Beta

El beta es la medida de riesgo sistemático, también llamado riesgo no diversificable. El riesgo no diversificable viene dado por el riesgo del mercado representado por las

fluctuaciones de la economía. El Beta mide la sensibilidad que muestran los flujos de caja de un activo determinado ante las distintas evoluciones del mercado.

6.2.1.1 Modelo índice o de mercado

El beta que se empleará será el de las empresas mineras pues es el más representativo del proyecto que se está analizando. Además Agua Mineral Chusmiza estaría fuertemente ligado a este rubro y por ende cualquier impacto en la minería se reflejará en los resultados de Agua Mineral Chusmiza.

Puesto que en nuestro país las empresas mineras no transan en bolsa, se empleó como base el mercado Norteamericano. Una vez obtenido el Beta promedio de las más importantes empresa Norteamericanas se desapalancó obteniendo así el R_0 y posteriormente se apalancó de acuerdo a la deuda que maneja Codelco que es un buen representante de la minería Chilena.

Este modelo queda representado en la siguiente ecuación:

$$R_i = \alpha + \beta (R_m) + \mu$$

donde,

R_i : Representa a la rentabilidad de la empresa (acción) i

R_m : Rentabilidad de mercado obtenida mediante los retornos del IGPA

α : Intercepto

μ : Término aleatorio que representa al error de la regresión

β : Medida de riesgo sistemático de la acción con respecto al mercado

En el Modelo de Mercado, a diferencia del CAPM, la rentabilidad de la acción depende directamente de la rentabilidad del mercado. El modelo refleja la intuición práctica de que todos los inversionistas asumen que el comportamiento del mercado afecta a todas las acciones.

6.2.1.2 Metodología

Este análisis consideró rentabilidades semanales durante 5 años de Julio del 2000 hasta Julio del 2005 (A excepción de Freeport, que se evaluó desde Septiembre del 2000) de las seis empresas productoras de cobre que tienen mayor grado de capitalización y que a su vez poseen una importante participación del mercado del cobre mundial.

Las empresas analizadas son Anglo American, Río Tinto, Phelps Dodge, Freeport, Southern Perú Copper y BHP Billiton.

Todos los detalles y regresiones efectuadas para la obtención de los betas respectivos, se encuentran en los anexos.

El método que mejor se adapta para desapalancar los betas es el expuesto por Rubinstein (1973), ya que la deuda es asumida como riesgosa y por ende el beta de la deuda será distinto de cero lo que conlleva a obtener un R_b mayor a R_f .

La ecuación de Rubinstein es:

$$\beta_{C/D} = \beta_{S/D} [1 + (1 - t_c) B/S] - (1 - t_c) \beta_d B/S$$

donde,

$\beta_{C/D}$: Beta con deuda

$\beta_{S/D}$: Beta sin deuda

t_c : Tasa de impuestos corporativa

β_d : Beta de la deuda

B: Valor libro de la deuda a largo plazo

S: Valor libro patrimonio

Para obtener estos betas desapalancados fue necesario calcular el beta de la deuda (β_d) de cada firma, que es la corrección del modelo de Rubinstein (1973) sobre Hamada, asumiendo la deuda como riesgosa.

Después de obtener los betas desapalancados, se procedió a ponderarlos con respecto a su capitalización en el mercado bursátil. Finalmente, el beta desapalancado de CODELCO es:

$$\beta_{S/D} = 0,77$$

6.3 ESTIMACIÓN DE LA TASA DE DESCUENTO

6.3.1 CAPM (R_o y R_s)

6.3.1.1 Supuestos del modelo CAPM

Los inversionistas son individuos adversos al riesgo.

Los precios son conocidos por los inversionistas quienes tienen expectativas homogéneas acerca de los retornos de los activos (asociados a una distribución normal). por lo tanto, visualizan idénticas funciones de probabilidad para los rendimientos futuros.

Existe un activo libre de riesgo, tal que los inversionistas pueden pedir prestado o prestar montos ilimitados a la tasa libre de riesgo.

Todos los activos son comerciables y perfectamente divisibles.

Los mercados de activos son sin fricción (sin impuestos ni costos de transacción) y la información esta disponible simultáneamente y sin costos.

No hay imperfecciones de mercado tales como impuestos y regulaciones.

Debemos tener claro que estos supuestos muchas veces no se ajustan a la realidad, pero este modelo permite, gracias a estas simplificaciones, tomar decisiones financieras, ya que cuantifica y valora el riesgo.

El modelo queda descrito por la siguiente ecuación:

$$(R_i - R_f) = \alpha + \beta(R_m - R_f) + \mu$$

donde,

$(R_i - R_f)$: Prima de riesgo de la acción i . Es la variable dependiente o a explicar

$(R_m - R_f)$: Prima de riesgo del mercado, es la variable independiente o explicativa

α : Intercepto

β : Medida de riesgo sistemático de la acción con respecto al mercado

μ : Término aleatorio que representa al error de la regresión

Como se puede observar en la tabla de resultados del análisis de las acciones, al establecer nuestro mercado como el índice IGPA de los últimos 15 años con datos semanales, el retorno promedio obtenido fue del 10.56%, lo cual refleja bastante bien la realidad pues esta cifra, incorpora ciclos de recesión y de expansión. Esta fue la razón, por la cual se empleó un periodo tan largo de tiempo pues la crisis asiática distorsionaba mucho las cifras.

6.3.1.2 Estimación del Ro (CAPM)

Ahora estamos en condiciones de obtener el R_o , el cual será calculado mediante el modelo CAPM, expresado en la siguiente formula:

$$R_o = R_f + (E(RM) - R_f) \beta S/D$$

donde,

Ro: Rentabilidad exigida por los accionistas cuando la empresa no tiene deuda

Rf: Tasa libre de riesgo. Bonos del Banco Central de Chile

Rm: Rentabilidad promedio de mercado

β S/D: Representa el riesgo sistemático de la acción

Realizando los reemplazos pertinentes, tenemos que Ro:

$$Ro \text{ (CAPM)} = 9,31\%$$

El Ro corresponde a la tasa de retorno requerida para el activo. En este caso se trata de una tasa de retorno exigida cuando la firma a evaluar opera sin deuda.

Con la información disponible, el siguiente paso corresponde al apalancamiento del beta dada la estructura financiera de CODELCO (que opera con deuda) para poder determinar el Rs pertinente.

Estimación de R_s (CAPM)

Nuevamente, Rubinstein (1973) fue el modelo requerido para apalancar el beta de CODELCO con las respectivas características de CODELCO (B/S , β_d y t_c).

Para el caso del impuesto al que está afecto CODELCO, se consideró solamente el impuesto de primera categoría ($t_c = 17$). Esta decisión se debe a que al tratarse de una firma perteneciente al estado, los impuestos se comportan como transferencias. Entonces el impuesto de primera categoría es el escogido, ya que, en el caso de tratarse de una empresa privada, esta sería la tasa a la que estaría afecta. La idea es hacer a CODELCO comparable con una empresa privada.

Entonces, el beta apalancado de CODELCO es:

$$\beta_{C/D} = 0,98$$

El R_s de CODELCO fue resultado de la regresión del modelo de CAPM, estipulado en la siguiente ecuación:

$$R_s = R_f + (E(R_m) - R_f) \beta_{C/D}$$

donde,

R_s : Rentabilidad exigida por los accionistas (cuando la empresa opera con deuda).

R_f : Tasa libre de riesgo. Corresponde a la rentabilidad de los Bonos del Banco Central de Chile.

$E(R_m)$: Rentabilidad promedio de mercado

$\beta_{C/D}$: Medida de riesgo sistemático a la que está expuesta la compañía al operar con deuda.

Reemplazando se obtiene que el R_s es:

$$R_s \text{ (CAPM)} = 4,57 + 0,98*(10,56 - 4,57)$$

R_s (CAPM) = 10,44%

El R_s corresponde a la tasa de retorno requerida para el activo. En este caso se trata de una tasa de retorno exigida cuando la firma a evaluar opera con deuda.

Dentro de la estructura de CODELCO se puede apreciar que la firma efectivamente opera con deuda, por lo que el R_s antes calculado es la tasa de costo de capital esperada sobre el patrimonio cuando la firma opera con deuda.

Sin embargo, dado que la empresa es una sociedad sin presencia bursátil, resulta necesario incorporar un costo por iliquidez de la compañía, el que generalmente se estima en un 1%.

Por lo tanto el costo de capital anual relevante para el descuento de flujos futuros será:
11,44%.

6.4 FINANCIAMIENTO

El presente proyecto ha sido diseñado con un financiamiento del 100% patrimonial, correspondiente a aportes de sus socios.

6.5 VALOR DESECHO DEL PROYECTO

Como medida de precaución se considerará un valor de desecho económico igual a cero pues estimar los flujos a partir del 10º año es muy incierto.

Por otra parte, de acuerdo a información obtenida por gente del rubro, se acostumbra que el acueducto se venda a un valor equivalente al costo que tiene retirar toda la instalación y trasladarla a un sitio donde se pueda vender como desecho, es decir, quien compra la tubería una vez que ésta finalizó su vida útil, debe pagar todos los gastos que el retirarla y deshacerse de ella signifique. Por lo tanto, para Agua Mineral Chusmiza el valor de desecho es igual a cero independiente del hecho de que continúe en actividad o cierre.

6.6 HORIZONTE DE LA EVALUACIÓN

Puesto que los contratos de suministro de agua suelen hacerse por plazos de 10 años, se tomará por horizonte del proyecto un período de 10 años. Es importante recalcar que si bien es cierto para algunas alternativas de tipo de tubería estas estarán lejos de haber llegado al final de su vida útil técnicamente hablando, se considerará un valor de desecho igual a cero pues es muy difícil obtener algo más desde el momento que fueron instaladas, pues sólo sirven para el proyecto propiamente tal.

6.7 CONSTRUCCIÓN DEL FLUJO DE CAJA

6.7.1 Parámetros base

6.7.1.1 Precio del agua

Como se observa en la tabla, el flujo de caja ha sido calculado con un precio del agua igual a 1 US\$/m³, pese a que según personas que trabajan en el rubro, actualmente el agua supera este valor.

6.7.1.2 Tipo de moneda para el contrato

La moneda que se ha considerado para el contrato es el Dólar americano pues las empresas mineras tienen sus ingresos en esta moneda, razón por la cual, acostumbran efectuar todo este tipo de contratos de largo plazo en la misma moneda.

6.7.1.3 Cantidad de agua vendida

La cantidad de agua vendida considerada para el proyecto es 15 litros por segundo, los que corresponden a los 5 litros superficiales ya existentes, más los 10 litros subterráneos que se espera alumbrar y obtener los derechos de agua respectivos.

Este último punto es muy importante pues como se verá más adelante, el proyecto es muy sensible a la cantidad de agua vendida por lo cual su resultado depende de esta variable.

6.7.2 Indicadores económicos

Los indicadores que a continuación se presentan, VAN y TIR, son los comúnmente aceptados para estos fines. Cabe recordar que un VAN mayor que cero implica que el proyecto cubre íntegramente sus costos de inversión, cubre sus costos de operación, se obtiene la rentabilidad exigida y por sobre ello se obtiene una ganancia. La TIR o tasa interna de retorno, representa la rentabilidad anual que el proyecto está entregando a los inversionistas dada la inversión inicial.

6.1.2.1 Flujo de caja

FLUJO DE CAJA EN M\$											
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos operacionales	0	264,902	264,902	264,902	264,902	264,902	264,902	264,902	264,902	264,902	264,902
Venta activo	0	0	0	0	0	4,000	0	0	0	0	4,000
Gastos de administración y vtas.	0	-67,196	-67,196	-67,196	-67,196	-67,196	-67,196	-67,196	-67,196	-67,196	-67,196
Depreciación	0	-84,677	-84,477	-72,727	-71,196	-71,196	-76,727	-5,532	-532	0	0
Amortización intangibles	0	-3,900	-3,900	-3,900	-3,900	-3,900	0	0	0	0	0
Valor Libro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Util. (perd.) antes de impto.	0	109,129	109,329	124,979	126,511	130,511	120,979	192,175	197,175	197,706	201,706
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Impto 17%	0	-18,552	-18,586	-21,246	-21,507	-22,187	-20,566	-32,670	-33,520	-33,610	-34,290
Utilidad neta	0	90,577	90,743	103,733	105,004	108,324	100,413	159,505	163,655	164,096	167,416
Depreciación	0	84,677	84,477	72,727	71,196	71,196	76,727	5,532	532	0	0
Amortización intangibles	0	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	0	0	0	0	0
Valor Libro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión inicial	-460,469	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inversión de reemplazo	0	0	0	0	0	-11,395	0	0	0	0	0
Inversión de capital de trabajo	-99,272	87,489	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Valor de desecho económico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de Caja	-559,741	266,644	179,120	180,360	180,100	183,420	177,140	165,037	164,187	164,096	167,416
Flujo descontado	-559,741	239,271	144,232	130,322	116,775	106,719	92,485	77,320	69,025	61,905	56,674

6.7.2.2 Resultados VAN y TIR

TASA DE DESCUENTO	11.44%
VAN	522,036,790
TIR	33.60%
Valor metro cubico US\$/m ³	1.00
Tipo de cambio	560
Cant Litros/segundo	15.00
Largo tubería en km	50
Cant. M3/año	473,040

Se observa que a US\$ 1/m³, 15 litros por segundo y una tubería de 50 Km se obtiene un VAN de 522 millones de pesos. Esto da un excelente margen para cubrir una serie de imprevistos que pongan en peligro la rentabilidad del proyecto.

La TIR prácticamente triplica la tasa de descuento, lo que comprueba, que es un proyecto muy rentable en estas condiciones.

6.8 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

6.8.1 Análisis unidimensional

6.8.1.1 Sensibilidad variable crítica precio del metro cúbico de agua

TASA DE DESCUENTO	11.44%
VAN	0
TIR	11.44
Valor metro cubico US\$/m3	0.59
Tipo de cambio	560
Cant Litros/segundo	15
Cant. M3/año	0

Se observa que el precio del agua tiene un mínimo de 0,59 US\$/\\$ a partir del cual el proyecto deja de ser rentable.

6.8.1.2 Sensibilidad variable crítica paridad Dólar - Peso

TASA DE DESCUENTO	11.44%
VAN	0
TIR	11.44

Valor metro cubico US\$/m3	1.00
Tipo de cambio	299
Cant Litros/segundo	15
Cant. M3/año	473,040

Se observa que el tipo de cambio no es una variable crítica pues la probabilidad que baje a niveles tan bajos es nula. Lo anterior se explica porque el tipo de cambio afecta los ingresos y la inversión en forma opuesta, lo que anula en cierta medida, la baja de ingresos operacionales.

6.8.1.3 Sensibilidad variable crítica cantidad vendida

TASA DE DESCUENTO	11.44%
VAN	0
TIR	11.44
Valor metro cubico US\$/m3	1.00
Tipo de cambio	560
Cant Litros/segundo	8.9

Cant. M3/año	288,809
--------------	---------

La cantidad mínima de 8.9 litros/ seg. nos indica que para que el proyecto sea viable habrá que alumbrar aguas subterráneas de lo contrario no se alcanza el volumen mínimo de venta requerido.

6.8.2 Análisis de sensibilidad bidimensional

6.7.2.1 Precio m³ agua - cantidad de litros por segundo

	1.30	1.20	1.10	1.00	0.90	0.80	0.70	0.60
50	\$916,381	\$789,250	\$662,119	\$534,988	\$407,856	\$280,725	\$153,594	\$26,463
60	\$839,392	\$712,261	\$585,130	\$457,998	\$330,867	\$203,736	\$76,605	-\$50,527
70	\$762,403	\$635,272	\$508,141	\$381,009	\$253,878	\$126,747	-\$384	-\$127,516

80	\$685,414	\$558,283	\$431,151	\$304,020	\$176,889	\$49,758	-\$77,374	-\$204,505
90	\$608,425	\$481,294	\$354,162	\$227,031	\$99,900	-\$27,231	-\$154,363	-\$281,494
100	\$531,436	\$404,305	\$277,173	\$150,042	\$22,911	-\$104,220	-\$231,352	-\$358,483
110	\$454,447	\$327,315	\$200,184	\$73,053	-\$54,078	-\$181,210	-\$308,341	-\$435,472
120	\$377,458	\$250,326	\$123,195	-\$3,936	-\$131,067	-\$258,199	-\$385,330	-\$512,461
130	\$300,468	\$173,337	\$46,206	-\$80,925	-\$208,057	-\$335,188	-\$462,319	-\$589,450
140	\$223,479	\$96,348	-\$30,783	-\$157,914	-\$285,046	-\$412,177	-\$539,308	-\$666,439
150	\$146,490	\$19,359	-\$107,772	-\$234,904	-\$362,035	-\$489,166	-\$616,297	-\$743,429
160	\$69,501	-\$57,630	-\$184,761	-\$311,893	-\$439,024	-\$566,155	-\$693,286	-\$820,418

El cuadro anterior nos permite apreciar con mayor claridad una serie de escenarios posibles entre precio del m³ de agua y cantidad de agua vendida que son las variables críticas del proyecto.

6.8.2.2 Precio m³ agua - largo tubería

	1.30	1.20	1.10	1.00	0.90	0.80	0.70	0.60
50	\$916,381	\$789,250	\$662,119	\$534,988	\$407,856	\$280,725	\$153,594	\$26,463
60	\$839,392	\$712,261	\$585,130	\$457,998	\$330,867	\$203,736	\$76,605	-\$50,527
70	\$762,403	\$635,272	\$508,141	\$381,009	\$253,878	\$126,747	-\$384	-\$127,516

80	\$685,414	\$558,283	\$431,151	\$304,020	\$176,889	\$49,758	-\$77,374	-\$204,505
90	\$608,425	\$481,294	\$354,162	\$227,031	\$99,900	-\$27,231	-\$154,363	-\$281,494
100	\$531,436	\$404,305	\$277,173	\$150,042	\$22,911	-\$104,220	-\$231,352	-\$358,483
110	\$454,447	\$327,315	\$200,184	\$73,053	-\$54,078	-\$181,210	-\$308,341	-\$435,472
120	\$377,458	\$250,326	\$123,195	-\$3,936	-\$131,067	-\$258,199	-\$385,330	-\$512,461
130	\$300,468	\$173,337	\$46,206	-\$80,925	-\$208,057	-\$335,188	-\$462,319	-\$589,450
140	\$223,479	\$96,348	-\$30,783	-\$157,914	-\$285,046	-\$412,177	-\$539,308	-\$666,439
150	\$146,490	\$19,359	-\$107,772	-\$234,904	-\$362,035	-\$489,166	-\$616,297	-\$743,429
160	\$69,501	-\$57,630	-\$184,761	-\$311,893	-\$439,024	-\$566,155	-\$693,286	-\$820,418

Se observa que el largo de la tubería puede llegar a 110 Km, es decir, más del doble de lo estimado, sin poner en peligro la decisión de realizar el proyecto.

6.8.2.3 Largo tubería - Cantidad de litros por segundo

	50	60	70	80	90	100	110
15	\$ 534,988	\$ 457,998	\$ 381,009	\$ 304,020	\$ 227,031	\$ 150,042	\$ 73,053

14	\$ 450,233	\$ 373,244	\$ 296,255	\$ 219,266	\$ 142,277	\$ 65,288	-\$ 11,701
13	\$ 365,479	\$ 288,490	\$ 211,501	\$ 134,512	\$ 57,523	-\$ 19,466	-\$ 96,455
12	\$ 280,725	\$ 203,736	\$ 126,747	\$ 49,758	-\$ 27,231	-\$ 104,220	-\$ 181,210
11	\$ 195,971	\$ 118,982	\$ 41,993	-\$ 34,996	-\$ 111,986	-\$ 188,975	-\$ 265,964
10	\$ 111,217	\$ 34,228	-\$ 42,761	-\$ 119,751	-\$ 196,740	-\$ 273,729	-\$ 350,718
9	\$ 26,463	-\$ 50,527	-\$ 127,516	-\$ 204,505	-\$ 281,494	-\$ 358,483	-\$ 435,472

Se puede apreciar que la variable cantidad de litros por segundo impacta con mucho mayor fuerza el VAN que el largo de la tubería, por lo cual esta variable crítica será mucho más relevante en la viabilidad del proyecto.

6.8.3 Análisis de sensibilidad multidimensional

6.8.3.1 Análisis de sensibilidad tridimensional Precio - Cantidad - Largo tubería

El análisis realizado consistió en mover las tres variables críticas al mismo tiempo en forma aleatoria de acuerdo a una distribución normal con los parámetros siguientes:

Precio: Media = 1,2 US\$/lt Dev Std 0,2

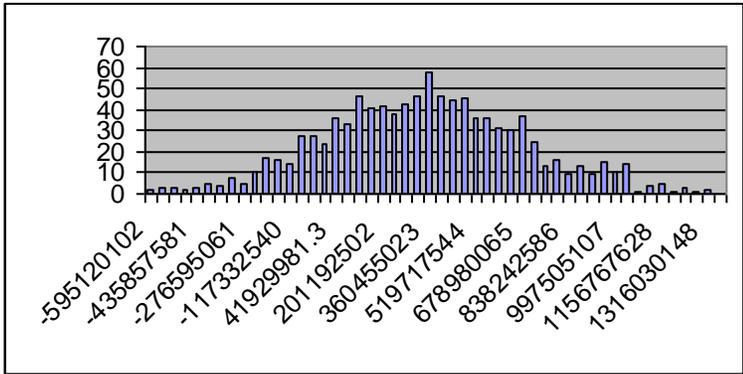
Cantidad: Media = 13 litros Desv Std 2

Largo tubería: Media = 70 km Desv Std 20

Lo anterior permite visualizar una serie de escenarios posibles, combinando estas tres variables y así determinar las probabilidades de fracaso del proyecto.

Podemos observar que los resultados han sido muy positivos pues, pese a que se pusieron cifras por debajo de lo que se espera, hubo sólo un 14% de casos con VAN negativo.

Nombre de hoja de resultados	Resultados2
Estadísticas Generales	
Número de variables	3
Número de Iteraciones	1000
Media	363835336
Desviación Estándar	343394789
Varianza	1.1792E+17
Valor Mínimo	-595120102.3
Valor Máximo	1395661409
% Negativo	14%



VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

, pues el largo de la tubería repercute bastante en el monto de la inversión y por lo tanto Del análisis anterior se concluye que el proyecto bajo los supuestos señalados, sí es rentable pues obtiene un VAN positivo lo cual refleja la recuperación de la inversión, la obtención del retorno deseado y una ganancia adicional.

La TIR de un 33.60%, demuestra que el retorno propio del proyecto es muy superior a la tasa exigida por el proyecto, lo cual da un amplio margen para cubrir cualquier inversión adicional o gastos que no hayan sido considerados.

Se han detectado tres variables críticas para este proyecto las cuales son el precio del agua, el tipo de cambio y la cantidad de agua vendida. Los análisis de sensibilidad permiten apreciar que aunque el precio del agua baje hasta un límite de 0,59US\$/m³, el proyecto todavía sería viable. Lo mismo se puede decir en relación a la cantidad de agua vendida pues la tabla de sensibilidad señala que el proyecto debe hacerse a partir de un mínimo de 8,9 litros por segundo. Finalmente el tipo de cambio también actúa como una variable crítica pues los ingresos al igual que la inversión en la tubería, dependen de esta variable que no debe situarse por debajo de 299 Pesos por Dólar, sin embargo, alcanzar

valores tan bajos para el tipo de cambio se ve como un escenario de muy baja probabilidad.

Otra variable importante a considerar es el largo de la tubería, pues como no se contaba con el estudio topográfico se debió hacer una estimación la cual puede diferir sustancialmente de la realidad. No obstante, el VAN de trescientos siete millones permite más que duplicar el largo de la tubería sin qu

7.2 RECOMENDACIONES

7.2.1 Alumbramiento de agua

7 Antes de emprender el proyecto se debe tener la total garantía que la fuente posee realmente los diez litros subterráneos adicionales a los cinco litros superficiales ya existentes. Es más, aunque el estudio hidrogeológico así lo indique, sería recomendable efectuar el pozo con el objeto de tener completa seguridad de lo anterior.

e7.2.2 Resolución D.G.A.

u Como se ha mencionado anteriormente los derechos de agua subterráneos deben ser obtenidos por resolución. Previamente será indispensable que un abogado solicite la inscripción en la Dirección General de Aguas de estos derechos, pues de nada sirve que el recurso esté, pero no pueda ser explotado.

e7.2.3 Estudio topográfico

p Una vez que la inscripción haya sido obtenida, deberá efectuarse un acabado estudio topográfico con el objeto de poder calcular con exactitud, el largo real que deberá tener la tubería, las servidumbres que necesarias las válvulas de descompresión y el trazado exacto del acueducto. Lo anterior no es menor puede influir considerablemente en el VAN.

VIII BIBLIOGRAFÍA

BREALY, R y MEYER, S. "Principle of Corpore Finance", Mc Graw Hill, 5ª Edición, 1991.

CELEDÓN SILVA, E. "Aspectos económicos del uso de aguas subterráneas", 1978.

CELEDÓN SILVA, E. "Captaciones de Aguas Subterráneas", 1978.

CÓDIGO DE AGUAS, 2ª Edición, 2002. Incluye Decreto N°234 de 4 de 2001, publicado en el diario oficial de 20 de septiembre de 2001, modifica Decreto N°106 de 1997, que aprueba el reglamento de Aguas Minerales.

HORNGREN, Ch, SUNDEM, G y ELLIOT, J. "Introducción a la contabilidad financiera". Prentice Hall, 7ª Edición, 2000.

MEIGGS, W y MEIGGS. "La base de las decisiones gerenciales". Mc-Graw Hill, 11ª Edición.

MODIGLIANY, F y FERRI, M.G. "Mercado e Instituciones Financieras", Prentice-Hall Hispanoamericana, 1ª Edición, 1996.

SAPAG, Nassir y SAPAG. Reinaldo. "Preparación y Evaluación de Proyectos". Mc. Graw-Hill, 4ª Edición, 2000.

SAPAG, José Manuel, "Evaluación de Proyectos Guía de Ejercicios Problemas y Soluciones". Mc. Graw-Hill, 2000.

BOELEN, R. "Derechos de agua, gestión indígena y legalización nacional", 2003.

LAGOS, G. "Eficiencia del uso del agua en la minería del cobre".2004

BORREGARD, N. "Valorización económica de los impactos ambientales en la minería Chilena".2004

CONSEJO MINERO. "Informe de la gran minería Chilena", 2004.

CUADRA, P. "El proceso del cobre", 2001.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS. "Ley N° 20.017 Modificación Código de Aguas".

MUCHNIK, E LURASCHI, M y MALDINI, F. "Comercialización de los derechos de aguas en Chile",1997.

NARBONA, H. "Los pueblos originarios y su lucha por el agua", 2004.

www.bcentral.cl, "Series índice de precios al consumidor" 1979-2005.

www.perfeco.cl, "Manuales de tubería HDPE y sus características técnicas"

www.tubomin.cl "Insumos y Suministros para Perforación y Minería".

IX ANEXOS

9.1 ASPECTOS LEGALES

9.1.1 Derechos de Agua que actualmente posee Agua Mineral Chusmiza

A continuación se da a conocer un detalle de todos los derechos de agua que han estado en juego respecto a la vertiente Chusmiza ubicada dentro de la propiedad de la empresa y que garantizan la posibilidad de hacer uso de este recurso pues están desde su inicio debidamente registrados conforme a la ley vigente en Chile. Lo anterior es de vital importancia pues para vender el agua que brota de la vertiente es fundamental que ésta sea realmente propiedad de Agua Mineral Chusmiza.

Disponibilidad del recurso en la vertiente "Chusmiza"

Derechos constituidos

Decreto N° 1540 del 03-08-1948 concede la siguiente Merced de agua a don Jorge Ostoic:

10 lts/ seg, para producir energía eléctrica de esta agua sólo puede consumir un tope de 10.000 lt/día ($b = 0,11$ lt/seg) debiendo restituir la diferencia, es decir $a = 9,9$ lt/seg. La restitución debe hacerse en la quebrada de Chapira, cien metros aguas debajo de la captación.

Estos derechos concedidos por el decreto n° 1540, fueron traspasados a Agua Mineral Chusmiza S.A.I.C.

Resolución de la D.G.A. n° 406 del 29-09-1983 se constituye el siguiente derecho de aprovechamiento de aguas a favor de Agua Mineral Chusmiza:

Derecho no consuntivo, de ejercicio permanente y continuo por 27,5 m³/día

(c = 0,31 lt/seg). La restitución de este derecho debe hacerse en la quebrada de Chapire, 660 metros aguas debajo de la captación.

Derecho Consuntivo, ejercicio permanente y continuo por 22,5 m³/día (d= 0,26 lt/seg).

Resolución de la D.G.A N° 956 del 11-12-1996, constituye el siguiente derecho de aprovechamiento a favor de Agua Mineral Chusmiza S.A.I.C.

Derecho Consuntivo, ejercicio permanente y continuo por e = 5 lt/seg, sujeto a que Agua Mineral Chuzmiza renuncie a parte de el derecho de aprovechamiento que tiene sobre la misma vertiente desde 1948 (Decreto 1540). La interesada renunció así a 5 lt/ seg, renuncia que fue aceptada mediante resolución D.G.A. N°38 de fecha 21-01-1997.

De lo anterior se desprende que, el caudal total otorgado en la vertiente Chusmiza asciende a 10,58 lt/seg, el que se decompone como sigue:

Consuntivo: 5,37 lt/seg (b+d+e)

No consuntivo: 5,21 lt/seg (a-e+c)

9.1.2 Recursos aguas abajo de la vertiente chusmiza

Sin perjuicio de lo anterior existe disponibilidad de recurso aguas abajo de los puntos de restitución de los derechos no consuntivos de acuerdo a lo siguiente:

4,9 lt/seg en la quebrada de Chapire, 100 metros agua debajo de la vertiente Chusmiza.

0,31 lt/seg, en la quebrada de Chapire 660 metros aguas abajo de la vertiente Chusmiza.

De estos recursos, la Dirección General de Aguas constituyó mediante Resolución D.G.A. N° 775 del 17-10.96 el siguiente derecho de aprovechamiento a favor de la Comunidad Agrícola Usmagama y Cía.

Derecho Consuntivo, ejercicio permanente y continuo por 2,072 lt/seg a extraerse desde la confluencia de las quebradas Chapire y Huarcáza, esto es aproximadamente 960 metros aguas abajo de la vertiente Chusmiza.

9.2 ASPECTOS CONTABLES

9.2.1 Detalle depreciaciones y amortizaciones

Activo a Depreciar/Amort.	Valor	Vida útil	Dep.	Cuota de
	Factura	Contable	Acelerada	Depreciación
Gastos puesta en marcha	11,400,000	5	5	2,280,000
Costos hundidos	8,100,000	5	5	1,620,000
Tubería de polietileno HDPE (Inst.)	427,174,558	18	6	71,195,760
Bomba de Pozo instalada	1,594,500	10	3	531,500
Pozo de 6" de diámetro	3,000,000	10	3	1,000,000
Artículos de oficina	200,000	3	1	200,000
Muebles de oficina	800,000	7	2	400,000
Computador + Impresora	500,000	6	2	250,000
Grupo electrógeno Termofus.	1,200,000	6	2	600,000
Termofusionadora	10,000,000	6	2	5,000,000

Equipo de radio	1,000,000	6	2	500,000
Camioneta Cab. Simple	10,000,000	7	2	5,000,000

9.2.2 Detalle cuotas de depreciación

Resumen de depreciaciones anuales en M\$								
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8
Tubería de polietileno HDPE	71,196	71,196	71,196	71,196	71,196	71,196	-	-
Bomba de Pozo instalada	532	532	532	-	-	532	532	532
Pozo de 6" de diámetro	1,000	1,000	1,000	-	-	-	-	-
Artículos de oficina	200	-	-	-	-	-	-	-
Muebles de oficina	400	400	-	-	-	-	-	-
Computador + Impresora	250	250	-	-	-	-	-	-
Grupo electrógeno Termofus.	600	600	-	-	-	-	-	-
Termofusionadora	5,000	5,000	-	-	-	-	-	-
Equipo de radio	500	500	-	-	-	-	-	-

Camioneta Cab. Simple	5,000	5,000	-	-	-	5,000	5,000	-
CUOTA ANUAL DE DEP.	84,677	84,477	72,727	71,196	71,196	76,727	5,532	532

9.2.3 Detalle cuotas de amortización de intangibles

Amortización de intangibles (Incluye costos hundidos)					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gastos puesta en Marcha	2,280,000	2,280,000	2,280,000	2,280,000	2,280,000
Costos hundidos	1,620,000	1,620,000	1,620,000	1,620,000	1,620,000
Cuota anual de amortización	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000	3,900,000

9.2.4 Detalle gastos puesta en marcha

Gastos puesta en marcha	
Estudio Topográfico	3,000,000
Tramitación derecho agua	1,800,000
Remuneración Gte. General	3,600,000
Otros puesta en marcha	3,000,000
Total gastos puesta en marcha	11,400,000

9.2.5 Detalle costos hundidos

Costos hundidos a amortizar	
Estudio de factibilidad	6,000,000
Estudio Hidrogeológico	2,100,000
Total costos hundidos a amortizar	8,100,000

9.2.6 Detalle gastos operacionales

GASTOS DE ADMINISTRACIÓN Y VENTAS	
Arriendo oficina Tarapacá	2,400,000
Arriendo Grupo electrógeno	1,200,000
Mantenición tuberia y equipos	10,000,000
Petróleo Grupo Generador	12,096,000
Mantenición Camioneta	500,000
Petróleo Camioneta	1,200,000
Seguro Camioneta	400,000
Patente Camioneta	300,000
Viajes Directores (1 vez al año)	500,000

Caja Chica	300,000
Remuneraciones	36,500,000
Servicios Contables	1,800,000
Total anual	67,196,000

9.2.7 Detalle recuperación del IVA crédito en M\$

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 20	Mes 21	Mes 22	Mes 23
IVA Crédito	\$87,489	\$373	\$373	\$373	\$373	\$373	\$373	\$373	\$373
IVA débito	\$0	-\$4,194	-\$4,194	-\$4,194	-\$4,194	-\$4,194	-\$4,194	-\$4,194	-\$4,194
Saldo	\$87,489	\$83,667	\$79,846	\$76,024	\$72,202	\$11,054	\$7,232	\$3,411	-\$411

9.2.8 Detalle reinversión en equipamiento

Reemplazo camioneta 5° año	
Valor de desecho	4,000,000
Valor Libro	0
Inversión de reemplazo	10,000,000

Reemplazo Bomba Pozo 5° año	
Valor de desecho	0
Valor libro	0

Inversión de reemplazo	1,394,500
------------------------	-----------

9.2.9 Detalle capital de trabajo

Capital de trabajo	
IVA Inversión	87,489,121
Gastos Oper. 2 meses	11,782,667
Total Capital de Trabajo	99,271,788

9.3 ASPECTOS TÉCNICOS

9.3.1 Ficha técnica tubería de polietileno HDPE

Finathene® XS10 B

The Black PE 100 from ATOFINA

high density polyethylene

PIPE application

DESCRIPTION >>

FINATHENE® XS10 B is a high density polyethylene based on C6 hexene as co-monomer and is produced by the Fina Double Loop Technology™.

FINATHENE® XS10 B is a high performance black compound specially developed for potable water and gas distribution applications.

FINATHENE® XS10 B contains finely dispersed carbon black and additives to ensure outstanding stability against outdoor weathering and against degradation during processing.

FINATHENE® XS10 B exhibits an outstanding resistance to slow crack growth and to rapid crack propagation, the performance largely exceeding the requirements of International and National Norms.

FINATHENE® XS10 B has a broad bimodal molecular weight distribution that ensures easy processing during extrusion. Due to its high melt strength,

FINATHENE® XS 10 B is particularly suited for extrusion of large diameter, thick wall pipes.

FINATHENE® XS10 B has proven to be adapted for the injection molding of fittings: it allows the production of regular components with good surface finish and absence of voids in thick sections.

FINATHENE® XS10 B can be welded by electrofusion or by butt fusion using standard conditions (DVS, WIS, Electrabel, NIL.). Finathene® XS10 B •

CHARACTERISTICS >>

• *Basic*

Property Method Unit Value

Density (23°C) ISO 1183 g/cm³ 0.959

MI-5 ISO 1133 dg/min 0.3

HLMI ISO 1133 dg/min 8

Thermal Stability (OIT) EN 728 min

200 °C min 20

210°C min 20

Carbon Black Content ISO 6964 % 2.0 - 2.5

Carbon Black Dispersion ISO 18553 rating max 3

Water content (*) ppm max 300

Organoleptics DVGW - LNE rating comply

Data not intended for specification purposes

(*) As measuring in QC during the manufacturing process.

Mechanical - Rheological - Thermal >>

Property Method Unit Value

Tensile strength (50 mm/min) ISO 527 MPa

at yield 26

at break 35

Tensile elongation (50 mm/min,) ISO 527 %

at yield 9

at break min700

Flexural Modulus ISO 178 MPa

at 0.4 % 1200

at 1.0 % 1100

Apparent dynamic viscosity ATOFINA Research Pa.s

at 190 °C - 100 s⁻¹ 2.1 x 10³

at 190 °C - 1000 s⁻¹ 2.7 x 10²

Crystalline melting range at 150°C (DSC) °C 130 - 132

Specific Heat Cp (DSC) J/gK

at 20°C 2.0

at 150 °C 2.6

Thermal conductivity DIN 52612 W/mK

at 20 °C 0.4

at 150°C 0.2

Data not intended for specification purposes.

Finathene® XS10 B •

• PROPERTIES OF FINATHENE® XS10 B OBTAINED ON PIPES AND
FITTINGS

FINATHENE® XS10 B has been thoroughly evaluated according to the Type Test requirements

for PE-100 compounds of EN 12201 (Water) and EN 1555 (Gas).

Type Testing of FINATHENE® XS10 B was performed on PN-16 pipe and fittings produced on

industrial equipment (OD: 32-250mm).

Property Method Report Ref Unit Requirement Value

Long Term Hydrostatic Strength

LTHS at 20 °C, 50 Y

ISO/DIS 9080 BECETEL - Report

3668 (II)

MPa 11.2

Lower Prediction Limit (LPL) at 20

°C, 50 Y, 97.5 %Icl

ISO/DIS 9080 BECETEL - Report

3668 (II)

MPa min 10 10.8

Resistance to Slow Crack Growth

Notch Pipe Test at 80 °C, 4.6 MPa

ISO/EN 13479 BECETEL - Report

3474

h min 165 > 1000

Resistance to Rapid Crack

Propagation : Pc in S4 test on 110

x 10 mm pipe

ISO 13477 BECETEL - Report

3350

bar

at 0 °C (MOP/2.4) - 0.72 > 12

at -15°C (MOP/2.4) - 0.72 > 12

at -20°C (MOP/2.4) - 0.72 3.0

Resistance to gas condensates at

80 °C, 2.0 MPa

ISO

4437EN921

BECETEL - Report

3598

h min 20 > 20 (**)

Welding compatibility - Tensile

strength on Butt welded specimens

SO/DIS 13953 BECETEL - Report

3507

Welding compatibility - Hydrostatic

Strength

ISO/DIS 9356 BECETEL - Report

3507 h

5.5 MPa, 80 °C min 165 > 165 (**)

5.0 MPa, 80 °C min 1000 > 1000 (**)

Hydrostatic Strength EN 921 ATOFINA Research h

20 °C QC points - 12.4 MPa min 100 > 200

80 °C QC points - 5.5 MPa

(pipe)

min 165 > 165 (**)

80 °C QC points - 5.0 MPa

(fittings & pipes)

min 1000 > 1000 (**)

Elongation at break EN 638 ATOFINA Research % min 350 > 500

OIT at 200 °C EN 728 ATOFINA Research min min 20 > 20

Indicatives values, not intended for specification purposes

(**) Tests stopped after fulfillment of the required

ATOFINA Last updated: 24/04/2003

ATOFINA Research Author: Isabelle DI SILVESTRO

Zone Industrielle C Tel: +32(0)64 514111

B-7181 Feluy Fax: +32(0)64 514660

Belgium

"This information is provided for GENERAL INFORMATION ONLY. ATOFINA S.A. and its affiliates provide a Technical

Data Sheet (TDS) for this product, in the appropriate language, according to applicable laws and regulations. Copies in

Finathene® XS10 B •